

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΑ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ  
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ”



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΣΟΥΛΤΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ  
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 0400058/626

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:  
Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ – ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ 2005



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4892/1  
Ημερ. Εισ.: 8/9/2006  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιδιωτικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2005  
ΣΟΥ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη της κ. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μαρίας, στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Τώρα που η επίπονη, αλλά και ταυτόχρονα συναρπαστική προσπάθεια έφθασε στο τέλος της, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους, οι οποίοι ο καθένας με τον τρόπο του στάθηκαν δίπλα μου, με βοήθησαν και με υποστήριξαν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω κατ'αρχήν την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξή της σε όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης, τους κ. Μαυρομάτη Αθανάσιο, λέκτορα του εργαστηρίου Γενετικής και κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, επίκουρο καθηγητή του εργαστηρίου Χημείας, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή και για τη συμβολή τους στη διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον κ. Παναγιώτη Βύρλα, υποψήφιο διδάκτορα στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, του οποίου η συμβολή στην πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας ήταν καθοριστική, καθώς και στον κ. Νικόλαο Παπανίκο, μέλος Ε.Ε.Δ.Ι.Π. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη σημαντική βοήθειά του.

Το γεωπόνο και μεταπτυχιακό φοιτητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, Βούλγαρη Θρασύβουλο, για την άποψη συνεργασία μας.

Τον υπεύθυνο γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Σουίπα Σπύρο και τον βοηθό του κ. Τσιότρα Αθανάσιο για την επίσης άποψη συνεργασία μας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την ηθική συμπαράσταση που μου έδειξε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....</b>	<b>9</b>
<b>1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Γενικά.....	9
1.2 Εξέλιξη της ζαχαροβιομηχανίας.....	10
1.3 Εξέλιξη της τευτλοκαλλιέργειας στην Ελλάδα – Ρόλος της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης.....	11
1.4 Ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας.....	14
1.5 Βοτανική ταξινόμηση – Καταγωγή.....	14
1.6 Ταξινόμηση των ποικιλιών.....	15
1.7 Βοτανική περιγραφή.....	16
1.8 Οικολογικές απαιτήσεις.....	17
1.8.1 Κλίμα.....	18
1.8.2 Έδαφος.....	19
1.9 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	20
1.9.1 Αμειψισπορά.....	20
1.9.2 Κατεργασία του εδάφους.....	20
1.9.3 Λίπανση.....	22
1.9.4 Σπορά.....	24
1.9.5 Έλεγχος των ζιζανίων.....	25
1.9.6 Άρδευση.....	26
1.9.6.1 Άρδευτικές ανάγκες.....	26
1.9.6.2 Προγραμματισμός αρδεύσεων.....	28
1.9.6.3 Άρδευτική δόση και μέθοδοι άρδευσης.....	30
1.10 Συγκομιδή – Μεταφορά – Αποθήκευση ριζών.....	32
1.11 Εχθροί και Ασθένειες.....	33
1.11.1 Ασθένειες.....	33
1.11.2 Ζωικά παράσιτα.....	34

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....</b>	<b>36</b>
<b>2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....</b>	<b>.....</b>
2.1 Γενικά – Ιστορική εξέλιξη.....	36
2.2 Περιγραφή του συστήματος στάγδην άρδευσης.....	41
2.3 Πλεονεκτήματα της στάγδην άρδευσης.....	44
2.4 Μειονεκτήματα της στάγδην άρδευσης.....	52
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>55</b>
<b>3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>.....</b>
3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.....	55
3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	59
3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	62
3.4 Υλικά άρδευσης.....	65
3.5 Εξατμισίμετρο τύπου A.....	70
3.6 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).....	71
3.7 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	72
3.8 Δειγματοληψίες.....	73
3.9 Στατιστική επεξεργασία.....	76
3.10 Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης.....	77
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>114</b>
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>.....</b>
4.1 Κλιματικά δεδομένα.....	114
4.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).....	115
4.3 Νερό που χορηγήθηκε σε κάθε μεταχείριση.....	117
4.4 Αποτελέσματα δειγματοληψιών.....	118
4.4.1 Αριθμός ριζών.....	118
4.4.2 Βάρος φύλλων και κορυφών.....	121
4.4.3 Βάρος ριζών.....	123
4.4.4 Ζαχαρικός τίτλος (Pol).....	124
4.4.5 Βάρος ριζών σε σχέση με το ζαχαρικό τίτλο.....	125
4.4.6 Στρεμματοζάχαρο – Αξία αγοράς ζαχαρότευτλων.....	126
4.4.7 Μελασσογόνα συστατικά (K, Na, a-N).....	127

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....</b>	<b>131</b>
<b>5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>133</b>

## Εισαγωγή

Το νερό, είτε αντιμετωπίζεται ως κοινωνικό αγαθό είτε ως οικονομικό αγαθό είναι βασικό και αναντικατάστατο περιβαλλοντικό στοιχείο, απαραίτητο όχι μόνο για την ανάπτυξη, αλλά και για την επιβίωση της ανθρωπότητας. Όμως είναι το πλέον ευαίσθητο και το πρώτο επηρεαζόμενο περιβαλλοντικό στοιχείο από τα δύο σύνδρομα της σύγχρονης κοινωνίας, την υπερκατανάλωση και τη ρύπανση.

Στην προοπτική των δύο επόμενων δεκαετιών μάλιστα, εκτιμάται ότι το νερό θα αποτελέσει τον πλέον κρίσιμο περιοριστικό παράγοντα για την επιβίωση και την ανάπτυξη των περισσότερο αναπτυσσόμενων, αλλά και πολλών ήδη αναπτυγμένων χωρών στον κόσμο.

Οι δυσοίονες προβλέψεις αυτές, που δεν είναι ούτε άγνωστες αλλά ούτε καινούριες, πρέπει επιτέλους να κρούσουν τον κώδωνα του κινδύνου και να μας οδηγήσουν στην αποδοχή της κρίσης, τόσο για την επάρκεια, όσο και για τον τρόπο διαχείρισης του ζωτικού αυτού φυσικού πόρου που λέγεται νερό.

Οι υδάτινοι πόροι χρησιμοποιούνται για την κάλυψη σε νερό της γεωργίας, των κατοίκων των αστικών και τουριστικών περιοχών, της βιομηχανίας και για τη διατήρηση των ισορροπιών του περιβάλλοντος.

Ο κύριος χρήστης του νερού είναι η γεωργία, με συμμετοχή που ανέρχεται στο 87,4% των υδάτων της χώρας, σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία της Eurostat, αρδεύοντας σήμερα 14,5 εκατ. στρ. έναντι 8,5 εκατ. του 1985 και 2 εκατ. του 1970. Για το λόγο αυτό έχει ιδιαίτερη βαρύτητα η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης που διαμορφώνει αυτό το επίπεδο ζήτησης με αποτέλεσμα τη διερεύνηση δυνατοτήτων εξοικονόμησης νερού μέσα από κατάλληλες ενέργειες και επεμβάσεις. Η συνεχής αύξηση της ζήτησης νερού για άρδευση άσκησε ισχυρότατη πίεση στους διαθέσιμους υδάτινους πόρους της χώρας.

Γενική είναι η διαπίστωση ότι το υφιστάμενο σήμερα καθεστώς στον τομέα των αρδεύσεων οδηγεί σε μεγάλη σπατάλη νερού. Ένα από τα βασικότερα αίτια της σπατάλης αυτής είναι ο μη ακριβής προσδιορισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης των καλλιεργειών. Το ύψος των απωλειών νερού είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη σωστή εφαρμογή της άρδευσης, η οποία προϋποθέτει τον ακριβή υπολογισμό της αρδευτικής δόσης, τον προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής των αρδεύσεων που καθορίζεται από τη διακύμανση της εξατμισοδιαπνοής και της βροχής κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, τον προσδιορισμό της διάρκειας της άρδευσης που

καθορίζεται από τη διηθητικότητα του εδάφους και την εφαρμοζόμενη μέθοδο. Για να επιτευχθεί η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού απαιτείται αρδευτική παιδεία και επιδεξιότητα από τον αγρότη η οποία προϋποθέτει επί τόπου υποστήριξη από γεωπόνους γνώστες του αντικειμένου.

Η διαθεσιμότητα του νερού έχει φθάσει στα όριά της και η μόνη εναλλακτική λύση που απομένει είναι η ανάπτυξη τεχνικών εξοικονόμησης, ώστε η ζήτηση να σταθεροποιηθεί στα σημερινά επίπεδα ή να περιορισθεί κάτω από τα επίπεδα αυτά.

Οι καλλιέργειες, όταν έχουν στη διάθεσή τους νερό χωρίς κανένα περιορισμό, καταναλώνουν ποσότητες οι οποίες ρυθμίζονται από τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που τις περιβάλλει. Αποτέλεσμα αυτού είναι αύξηση της βλάστησης που δεν σημαίνει κατ' ανάγκη αύξηση της παραγωγής.

Η σύγχρονη αντίληψη στη γεωργία αποβλέπει στη μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος και οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πρέπει να προσδιορίζονται σαν αυτές που αποφέρουν το μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα. Η αναγκαιότητα της επέκτασης και βελτίωσης των αρδεύσεων για την εξασφάλιση βιώσιμης και αυτοτροφοδοτούμενης γεωργίας ολοένα και αυξάνεται. Η μοναδική λύση για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της γεωργίας σε νερό είναι η ορθολογική και πιο αποτελεσματική χρήση του.

Καθώς η έλλειψη νερού άρδευσης γίνεται ολοένα και πιο αντιληπτή στην Ελλάδα, η χρήση του νερού πρέπει να βελτιωθεί στη γεωργία. Πρέπει να αναζητηθούν και να εφαρμοσθούν εναλλακτικές μέθοδοι άρδευσης τόσο για τον περιορισμό των απωλειών του νερού κατά τη διανομή και χορήγησή του στα φυτά όσο και για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Τέτοια συστήματα άρδευσης, μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένα, είναι η υπόγεια και η επιφανειακή στάγδην άρδευση. Η υπόγεια και η επιφανειακή στάγδην άρδευση συγκαταλέγονται ανάμεσα στις σύγχρονες μεθόδους άρδευσης και χαρακτηρίζονται από υψηλή αποδοτικότητα ύδατος.

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων επεκτείνεται στις περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας και αποτελεί το 5% περίπου της καλλιεργούμενης γεωργικής έκτασης στην περιοχή αυτή. Η άρδευση με σταγόνες, αν και οι έρευνες για την εφαρμογή της μεθόδου δείχνουν ότι υπερέχει ως προς την παραγωγή και την εξοικονόμηση νερού σε σχέση με άλλες μεθόδους που εφαρμόζονται, εν τούτοις πραγματοποιείται μόλις σε ποσοστό 1% της καλλιεργούμενης έκτασης το μεγαλύτερο μέρος του οποίου αντιστοιχεί στην περιοχή της Θεσσαλίας (Δημοπούλου Καλλιρρόη, 2005).



Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων συγκρίνοντας την με την επιφανειακή στάγδην άρδευση για εύρος άρδευσης, στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο σύμφωνα με την ΕΤ.

## **Κεφάλαιο 1ο.**

### **1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ**

#### **1.1 Γενικά**

Το ζαχαρότευτλο μαζί με το ζαχαροκάλαμο αποτελούν τις μοναδικές σπουδαίες πηγές βιομηχανικής παραγωγής κρυσταλλικής ζάχαρης. Στις μέρες μας η παγκόσμια παραγωγή ζάχαρης ξεπέρασε τους 110 εκατομμύρια τόνους, από τους οποίους το 63% προέρχεται από το ζαχαροκάλαμο και το υπόλοιπο 37% από τα ζαχαρότευτλα. Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται στην εύκρατη ζώνη, ενώ το ζαχαροκάλαμο στην τροπική και υποτροπική ζώνη.

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Αυστραλία. Επειδή όμως είναι κυρίως φυτό της εύκρατης ζώνης καλλιεργείται μεταξύ του 30<sup>ου</sup> και 60<sup>ου</sup> παράλληλου στην Ευρώπη, Ασία, Β. Αμερική και Β. Αφρική και σε μικρή έκταση στη Ν. Αμερική, όπου παράγεται λιγότερο από το 2% της ζάχαρης από το ζαχαρότευτλο σε παγκόσμια κλίμακα. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ζάχαρης από το ζαχαρότευτλο είναι η Γαλλία, η Γερμανία, η Ουκρανία, οι ΗΠΑ, η Ρωσία, η Πολωνία, η Ιταλία, η Τουρκία, η Αγγλία και η Ισπανία.

Η πλειονότητα της παγκόσμιας ζάχαρης παράγεται και πωλείται με την προστασία των προνομιακών διεθνών γεωργικών και εμπορικών συμφωνιών. Αυτό το καθεστώς επιτρέπει την πώληση στην παγκόσμια αγορά μόνο μικρών ποσοτήτων ζάχαρης, σε τιμές που παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις.

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται για την παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης. Οικονομικής όμως σημασίας είναι και τα υποπροϊόντα, όπως κορυφές, πούλπα, μελάσα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των ζώων. Πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για εξεύρεση νέων χρήσεων. Πιο σημαντική είναι η παραγωγή αιθανόλης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ή πρώτη ύλη για τη χημική βιομηχανία. Η χρησιμοποίηση όμως της ζάχαρης ως πηγή άνθρακα για την παραγωγή χημικών προϊόντων είναι περιορισμένη είτε λόγω του κόστους είτε λόγω της έλλειψης κατάλληλου, φθηνού οργανικού διαλύτη.

## 1.2 Εξέλιξη της ζαχαροβιομηχανίας

Η ζάχαρη στην Ευρώπη ως τα τέλη του 18<sup>ου</sup> αιώνα αποτελούσε ένα σπάνιο εξωτικό είδος, ένα τρόφιμο πολυτελείας που εισάγονταν από μακρινές χώρες όπως την Κούβα κ.ά. και κυρίως από αποικιακά εδάφη όπου ήταν διαδεδομένη η καλλιέργεια του ζαχαροκάλαμου.

Ο πρώτος σταθμός στη ιστορία της σύγχρονης βιομηχανίας επεξεργασίας των τεύτλων για παραγωγή ζάχαρης ήταν η αξιοσημείωτη ανακάλυψη του Γερμανού χημικού Andreas Marggraf. Το 1747 ανακοίνωσε ότι οι κρύσταλλοι με τη γλυκιά γεύση που απομόνωνσε από τα λευκά κτηνοτροφικά τεύτλα που καλλιεργούνταν σε διάφορες περιοχές της Β. και Κ. Ευρώπης ήταν ακριβώς ίδιοι με τους αντίστοιχους του ζαχαροκάλαμου. Στην ανακάλυψή του όμως αυτή δεν δόθηκε μεγάλη σημασία, επειδή η περιεκτικότητα σε ζάχαρη των τεύτλων ήταν πολύ μικρή. Το 1784 ένας μαθητής του Marggraf, ο Franz Achard, ξεκίνησε πειράματα σύγκρισης ποικιλιών τεύτλων ως προς την περιεκτικότητα σε ζάχαρη και το 1799 έκανε την πρώτη δημοσίευση σχετικά με την καλλιέργεια των τεύτλων για παραγωγή ζάχαρης. Το 1801 ο Achard ίδρυσε στη Silesia το πρώτο ζαχαρουργείο, το οποίο όμως δεν απέδωσε, κυρίως λόγω της μικρής περιεκτικότητας των τεύτλων σε ζάχαρη (7-10%).

Αργότερα ο Louis Vilmorin στη Γαλλία κατόρθωσε, με επιλογή, να ανεβάσει την περιεκτικότητα σε ζάχαρη από 7,5% στο 16-17% και περίπου το 1880 η περιεκτικότητα των τεύτλων σε ζάχαρη πρακτικά βρισκόταν στα υψηλά επίπεδα των σημερινών ποικιλιών.

Η πρώτη σοβαρή σκέψη στην Ευρώπη για την παραγωγή ζάχαρης από τα τεύτλα ήταν αποτέλεσμα του αποκλεισμού από το Ναπολέοντα των ηπειρωτικών λιμανιών για τα Αγγλικά πλοία, που μετέφεραν το προϊόν από τις αποικίες. Τα πρώτα οργανωμένα ζαχαρουργεία που είχαν για πρώτη ύλη τα τεύτλα εμφανίστηκαν αρχικά στη Γαλλία μετά το 1800 και αργότερα στη Γερμανία, Αυστρία, Ρωσία. Τις τελευταίες δεκαετίες του 19<sup>ου</sup> αιώνα επεκτάθηκε σε μεγάλη κλίμακα και σε άλλες χώρες όπως Βέλγιο, Ολλανδία, Δανία, Ιταλία, Σουηδία, Ελβετία. Στην Ισπανία η παραγωγή ζάχαρης από τα τεύτλα απέκτησε σημασία μετά το 1898 όταν αυτή απώλεσε και τις τελευταίες αποικίες στην Ασία και Αμερική (Winner 1993).

Η πρώτη επιτυχής εμπορικά ζαχαροβιομηχανία στις ΗΠΑ ιδρύθηκε στην Καλιφόρνια το 1870, παρόλο που οι προσπάθειες ξεκίνησαν από το 1838. Γενικά όμως η πρόοδος της ζαχαροβιομηχανίας ξεκίνησε μετά το 1890. Στην Ιαπωνία η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων άρχισε το 1880, η συνεχής όμως και συστηματική

παραγωγή εμφανίσθηκε μετά το 1920. Επίσης στην Τουρκία η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων ξεκίνησε το 1920, ενώ σε ορισμένες άλλες Ασιατικές χώρες όπως Πακιστάν, Ιράκ, Συρία, Κίνα, Ιράν μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Τελευταία, ζαχαρότευτλα καλλιεργούνται και σε ορισμένες χώρες της Αφρικής όπως Αίγυπτο, Αλγερία, Μαρόκο, Τυνησία.

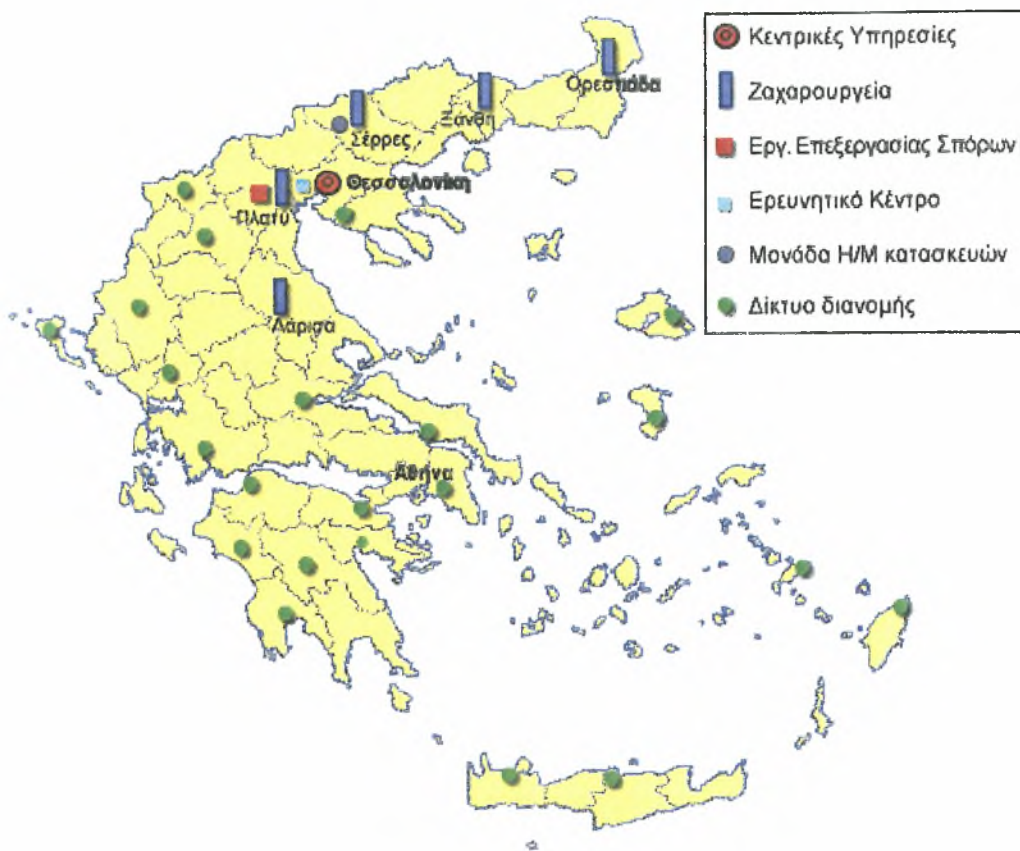
Στη βιωσιμότητα των ζαχαρουργείων ανά τον κόσμο συνετέλεσε η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας των τεύτλων σε ζάχαρη, ως αποτέλεσμα της βελτίωσης των ποικιλιών, παράλληλα με την πρόοδο στην παραλαβή και κρυστάλλωση της ζάχαρης, με την ανάπτυξη νέας χημικής τεχνολογίας.

### **1.3 Εξέλιξη της τευτλοκαλλιέργειας στην Ελλάδα – Ρόλος της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης**

Η πρώτη προσπάθεια παραγωγής ζάχαρης στη χώρα μας άρχισε το 1842 με την ίδρυση του πρώτου Ελληνικού ζαχαρουργείου κοντά στο χωριό Καινούργιο της Λοκρίδος, ύστερα από σύμβαση που υπέγραψε το 1839 το Ελληνικό Δημόσιο με Γαλλοβελγική εταιρεία. Η εταιρεία όμως σύντομα χρεοκόπησε και η προσπάθεια εγκαταλείφθηκε και είναι αμφίβολο αν παράχθηκε έστω και μία μικρή ποσότητα ζάχαρης.

Το 1892, ύστερα από περίπου πενήντα χρόνια, θεμελιώθηκε νέο ζαχαρουργείο στη Λαζαρίνα της Θεσσαλίας, το οποίο λειτούργησε από το 1894 μέχρι και το 1909. Οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν στο κλείσιμο του ζαχαρουργείου ήταν ο σκληρός ανταγωνισμός της εισαγόμενης ζάχαρης, η σχεδόν εχθρική στάση του κράτους απέναντι στην επιχείρηση και η αδυναμία αποτελεσματικής καταπολέμησης των εντόμων που προσέβαλαν την καλλιέργεια.

Η εισαγωγή και εδραίωση της ζαχαροβιομηχανίας στη χώρα μας ξεκίνησε με την ίδρυση το 1960 της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης (Ε.Β.Ζ.) η οποία είναι η νεότερη ζαχαροβιομηχανία της Ευρώπης. Λειτούργησαν αρχικά τρία εργοστάσια με δυναμικότητα κατεργασίας 2000 t τεύτλων την ημέρα το καθένα: το 1961 στη Λάρισα, το 1962 στο Πλατύ και το 1963 στις Σέρρες. Στα επόμενα χρόνια η δυναμικότητά του πολλαπλασιάστηκε, οι εγκαταστάσεις τους εκσυγχρονίσθηκαν, ενώ μπήκαν σε λειτουργία δύο νέα εργοστάσια, το 1972 στην Ξάνθη και το 1975 στην Ορεστιάδα (Εικ. 1.3.1). Η σημερινή δυναμικότητα των εργοστασίων είναι επεξεργασία 31500 t τεύτλων την ημέρα.



Εικόνα 1.3.1 Γεωγραφική κατανομή των λειτουργικών μονάδων της Ε.Β.Ζ.

Η καλλιεργούμενη έκταση με τεύτλα στη χώρα μας είναι περίπου 450000 στρέμματα, η μέση απόδοση ανά στρέμμα 5,5 t και ο σακχαρικός τίτλος (% περιεκτικότητα σε ζάχαρη) 14,0-14,5%. Με την ανωτέρω έκταση προγραμματίζεται ετήσια παραγωγή περίπου 320000 t ζάχαρης. Η τευτλοκαλλιέργεια στη χώρα μας θα πρέπει να διατηρηθεί στα επίπεδα που καθορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) προκειμένου να καλύπτεται η εγχώρια κατανάλωση σε ζάχαρη.

Το καθεστώς ζάχαρης στην Ε.Ε. καθορίζει ποσοτώσεις παραγωγής για κάθε χώρα, η υπέρβαση των οποίων θεωρείται παραγωγή ζάχαρης εκτός ποσοτώσεων και συνεπώς δεν ισχύει γι' αυτήν καμία προστασία, ούτε μπορεί να καταναλωθεί στο χώρο της Ε.Ε. Η ποσόστωση για τη χώρα μας καθορίστηκε σε 319000 t ζάχαρης όσο περίπου και η εσωτερική κατανάλωση.

Τα εργοστάσια επεξεργάζονται τεύτλα από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου. Αρκετές όμως χρονιές, όταν το φθινόπωρο επικρατούν δυσμενείς καιρικές συνθήκες η καμπάνια επεκτείνεται μέχρι το τέλος Δεκεμβρίου και σπανίως μέσα Ιανουαρίου. Τον υπόλοιπο χρόνο το τακτικό προσωπικό ασχολείται με τη συντήρηση των μηχανημάτων και τη βελτίωση των εγκαταστάσεων.

Η διεθνής τιμή της ζάχαρης, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων, είναι πολύ χαμηλότερη της εγγυημένης τιμής ζάχαρης στην Ε.Ε. Τα πλεονεκτήματα της στήριξης των τιμών από την Ε.Ε. είναι η υψηλή εγγυημένη τιμή τεύτλων, άρα υψηλό εισόδημα για τον αγρότη σε σχέση με τρίτες χώρες, η σταθερότητα της τιμής και της παραγωγής ζάχαρης για τη βιομηχανία, επάρκεια ζάχαρης σε περιόδους κρίσεων και χωρίς σημαντική αύξηση της τιμής για τον καταναλωτή. Σαν μειονεκτήματα θεωρούνται ο ελεύθερος ανταγωνισμός χωρίς κρατική υποστήριξη, η καταβολή συνεισφορών, η αδυναμία επέκτασης και ανάπτυξης του τομέα.

Η Ε.Β.Ζ. είναι η μεγαλύτερη γεωργική βιομηχανία της χώρας. Η διεύθυνση Γεωπονικών Υπηρεσιών της με τις Γεωπονικές Υπηρεσίες των εργοστασίων σχεδιάζει και οργανώνει την παραγωγή και εξασφαλίζει την κανονική τροφοδοσία των πέντε ζαχαρουργείων με τεύτλα. Μεταξύ ΕΒΖ και κάθε καλλιεργητή υπογράφεται ένα ιδιωτικό συμφωνητικό στο οποίο αναγράφονται λεπτομερώς οι υποχρεώσεις της κάθε πλευράς. Μέχρι το 1977 η κατανομή στους παραγωγούς γινόταν με αριθμό καλλιεργούμενων στρεμμάτων, ενώ από το 1998 με τόνους τεύτλων. Αυτό σημαίνει ότι από το 1998 και μετά, βάσει του συμφωνητικού, οι παραγωγοί υποχρεούνται να παραδίδουν ένα ορισμένο βάρος τεύτλων, οπότε οι ίδιοι θα καθορίσουν τον αριθμό στρεμμάτων που θα πρέπει να καλλιεργήσουν ανάλογα με την παραγωγικότητα των χωραφιών τους και την τεχνική καλλιέργειας που εφαρμόζουν.

Η Ε.Β.Ζ. δραστηριοποιείται στην παραγωγή και εμπορία ζάχαρης, μελάσας και πούλπας. Υποστηρίζει επίσης τους τευτλοκαλλιεργητές σε δύσκολες περιόδους ή στις περιπτώσεις αδυναμίας αποτελεσματικής άσκησης της καλλιέργειας. Παράλληλα, έχει αναπτύξει σε υψηλό βαθμό τη γεωργική έρευνα σε θέματα φυτοπροστασίας, λίπανσης-θρέψης, άρδευσης κ.λ.π. Δραστηριοποιείται στους τομείς της γενετικής βελτίωσης για τη δημιουργία ελληνικών ποικιλιών προσαρμοσμένων στις κλιματολογικές συνθήκες και αγροκομικές ιδιαιτερότητες της χώρας μας και στην ανάπτυξη της εγχώριας σποροπαραγωγής. Το 1977 άρχισε να λειτουργεί εργοστάσιο επεξεργασίας σπόρων στο Πλατύ Ημαθίας και τα τελευταία χρόνια όλες οι ανάγκες της τευτλοκαλλιέργειας καλύπτονται από πιστοποιημένο σπόρο που παράγεται στην Ελλάδα από μητρικό υλικό που εισάγεται από το εξωτερικό ή προέρχεται από το πρόγραμμα δημιουργίας ελληνικών ποικιλιών της ΕΒΖ. Παράλληλα γίνεται παραγωγή και εξαγωγή σπόρων ζαχαρότευτλων για λογαριασμό οίκων του εξωτερικού.

#### 1.4 Ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας

Η τευτλοκαλλιέργεια στη χώρα μας κατά καιρούς υφίσταται ισχυρές πιέσεις από τις άλλες ανταγωνιστικές αρδευόμενες καλλιέργειες και κυρίως το βαμβάκι και το καλαμπόκι. Αντίθετα στις βορειότερες χώρες της Ευρώπης η τευτλοκαλλιέργεια παραμένει σταθερά η πιο προσοδοφόρα (Στρουθόπουλος 1993).

Εντούτοις εμφανίζονται και περίοδοι ζωηρού ενδιαφέροντος και προσφοράς προς την τευτλοκαλλιέργεια που είχαν σαν αποτέλεσμα στο παρελθόν μικροτεμαχισμό της καλλιέργειας και ελαφρές υπερβάσεις των εκτάσεων και της παραγωγής που καθορίζονται από την Ε.Ε.

Η ανταγωνιστικότητα μεταξύ των ανοιξιάτικων καλλιεργειών στηρίζεται κυρίως στα ακαθάριστο και καθαρό εισόδημα και δευτερευόντως στην ευκολία και σιγουριά της καλλιέργειας. Σε σχέση με τις ανταγωνιστικές καλλιέργειες, η τευτλοκαλλιέργεια στη χώρα μας, παρουσιάζει υψηλότερο ποσοστό δαπανών ως προς τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα. Σε σχέση με την τευτλοκαλλιέργεια σε άλλες χώρες της Ευρώπης, ορισμένοι συντελεστές, όπως το ενοίκιο των αγρών, οι αρδεύσεις και τα μυκητοκτόνα, είναι ιδιαίτερα αυξημένοι στη χώρα μας.

#### 1.5 Βοτανική ταξινόμηση - Καταγωγή

Το καλλιεργούμενο τεύτλο (*Beta vulgaris L.*) είναι δικοτυλήδονο είδος το οποίο ανήκει στη οικογένεια Chenopodiaceae. Πιθανή περιοχή καταγωγής του γένους *Beta* θεωρείται η Μικρά Ασία και η περιοχή του Καυκάσου. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι τα χρησιμοποιούσαν στη διατροφή τους και τα μνημονεύουν πολλοί αρχαίοι Έλληνες συγγραφείς. Τα καλλιεργούμενα τεύτλα διακρίνονται σε τέσσερις ομάδες βάσει κυρίως εξωτερικών μορφολογικών χαρακτηριστικών: φυλλώδη τεύτλα, λαχανοκομικά τεύτλα (παντζάρια, κοκκινογούλια), κτηνοτροφικά τεύτλα και ζαχαρότευτλα (Gill και Veat 1958).

Μερικά άγρια είδη, συγγενικά προς το καλλιεργούμενο, αυτοφύονται και στην Ελλάδα. Η λέξη “τεύτλον” είναι η αρχαία ελληνική του ονομασία (Winner 1993).

Τα κτηνοτροφικά τεύτλα είναι παρόμοια με τα ζαχαρότευτλα, αλλά η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι 8-10% έναντι 14-20% των ζαχαρότευτλων. Ορισμένοι θεωρούν το ζαχαρότευτλο ως ιδιαίτερο είδος, το *B. saccharifera*. Πρόγονος του ζαχαρότευτλου θεωρείται το *B. maritima* ( $2n=18$ ) το οποίο, σύμφωνα

με νεότερες απόψεις, δεν θεωρείται διαφορετικό είδος αλλά τύπος του *Beta vulgaris* (Σφήκας 1988, Winner 1993).

## 1.6 Ταξινόμηση των ποικιλιών

Λόγω της αρνητικής συσχέτισης η οποία παρατηρείται μεταξύ της απόδοσης σε ρίζες και της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε ζαχαρόζη, που αποτελούν τα δύο συστατικά της απόδοσης σε ζάχαρη, είναι πολύ δύσκολο σε ένα γενότυπο να συνδυαστούν τα δύο αυτά χαρακτηριστικά με υψηλές τιμές. Ως αποτέλεσμα, οι ποικιλίες-υβρίδια των ζαχαρότευτλων ταξινομούνται σε τρεις τύπους ως εξής:

**E (Ertrag):** με έμφαση στην απόδοση σε ρίζες.

**Z (Zucker):** με έμφαση στην απόδοση σε ζαχαρόζη.

**N (Normal):** ενδιάμεσες στα δύο χαρακτηριστικά.

Οι ποικιλίες ανάλογα με τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου διακρίνονται σε:

**Πρώιμες:** Βλαστική περίοδος 160 ημερών.

**Μέσης προωμότητας:** Βλαστική περίοδος 180-200 ημερών.

**Όψιμες:** Βλαστική περίοδος μεγαλύτερη των 220 ημερών.

Σύμφωνα με την παραγωγική τους σταθερότητα οι ποικιλίες διακρίνονται σε:

**Ευρείας-γενικής προσαρμοστικότητας:** Σε κάθε περιβάλλον αποδίδουν ίσα με το παραγωγικό δυναμικό του περιβάλλοντος.

**Ειδικής προσαρμοστικότητας:** Σε ορισμένα περιβάλλοντα ξεπερνούν το παραγωγικό δυναμικό του περιβάλλοντος και σε άλλα αποδίδουν χαμηλότερα.

Στα πρώτα χρόνια καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων στη χώρα μας καλλιεργούνταν ελεύθερα διασταυρούμενες πολύσπερμες ποικιλίες. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά μονόσπερμα διπλοειδή και τριπλοειδή υβρίδια.

Από άποψη προωμότητας καλλιεργούνται περισσότερο οι ποικιλίες μέσης εποχής συγκομιδής, ακολουθούν οι πρώιμες και τελευταίες σε έκταση έρχονται οι ποικιλίες όψιμης εποχής συγκομιδής (E.B.Z. 1999β).



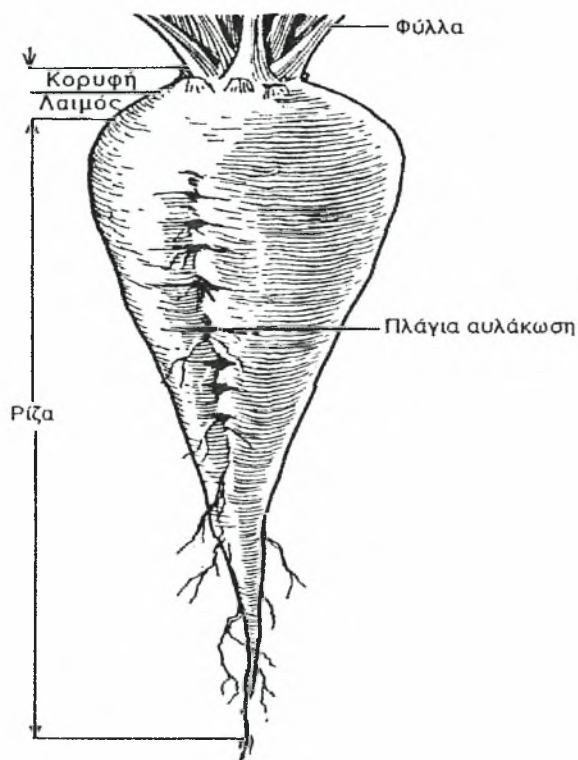
## 1.7 Βοτανική περιγραφή

Το ζαχαρότευτλο υπό κανονικές συνθήκες είναι διετές φυτό. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους τα φυτά αναπτύσσουν τις ογκώδεις, σαρκώδεις, ζαχαρούχες ρίζες τους οι οποίες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία για παραγωγή ζάχαρης και κατά το δεύτερο έτος παράγουν ανθικό στέλεχος, άνθη και καρπούς. Προκειμένου να ανθίσουν τα φυτά είναι απαραίτητο να υποστούν εαρινοποίηση. Υπό κανονικές συνθήκες αυτή γίνεται στο τέλος του πρώτου έτους, κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Το ώριμο ζαχαρότευτλο κατά το πρώτο έτος ανάπτυξης του χωρίζεται σε τρία μέρη (Εικ.1.7.1):

1. **Κορυφή (επικοτόλιο):** Είναι το υπέργειο τμήμα του τεύτλου πάνω από την περιοχή έκφυσης των παλαιότερων φύλλων. Φέρει μία τούφα από μεγάλα, χυμώδη φύλλα, σε σπειροειδή διάταξη. Περιέχει ελάχιστη ζαχαρόζη, θεωρείται ξένη ύλη και είναι ανεπιθύμητη για τη ζαχαροβιομηχανία.
2. **Λαιμός (υποκοτόλιο):** Είναι το φαρδύτερο τμήμα του τεύτλου μεταξύ της κορυφής και της ρίζας. Στο σημείο του λαιμού γίνεται η κοπή των κορυφών κατά τη συγκομιδή.
3. **Ρίζα:** Έχει σχήμα κωνικό, μήκος 20-35 cm και καταλήγει σε λεπτή πασσαλώδη ρίζα. Ορισμένες φορές φέρει διακλαδώσεις (πολυριζία) οι οποίες όμως είναι ανεπιθύμητες. Στις δύο απέναντι πλευρές η ρίζα είναι πεπλατυσμένη, φέρει αυλακώσεις και από τα σημεία αυτά εκφύονται σε διάφορα βάθη πλάγιες ινώδεις ρίζες. Η επιθυμητή σχέση μήκους προς πλάτος της ρίζας είναι 2:1. Ο όρος “ρίζα” όπως αναφέρεται από τη βιομηχανία και αποτελεί τον αποθηκευτικό ιστό του ζαχαρότευτλου μόνο κατά 90% είναι πραγματική ρίζα, ενώ το ανώτερο 10% τμήμα προέρχεται από το υποκοτόλιο. Εξωτερικά η ρίζα καλύπτεται από ένα λεπτό φελλώδες στρώμα, λευκοκίτρινο. Το εσωτερικό της ρίζας στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες έχει χρώμα λευκό-ζαχαρί, ενώ σε κατώτερους, ποιοτικά, γενοτύπους πρασινωπή ή κιτρινωπή απόχρωση. Η κατανομή της ζαχαρόζης δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη τη ρίζα. Το κέντρο της κορυφής και το άκρο της ρίζας έχουν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε ζαχαρόζη, ενώ το τμήμα λίγο πιο πάνω από το μέσο της ρίζας είναι το πιο πλούσιο (Martin κ.ά. 1976).

**Εικόνα 1.7.1** Κύρια τμήματα ενός ώριμου ζαχαρότευτλου.



Κάθε άνθος αποτελείται από πέντε κιτρινοπράσινα περιάνθια, πέντε στήμονες και ένα ωάριο με τρεις στύλους, ενώ στερείται στεφάνης και ποδίσκου. Όταν τα άνθη ανοίγουν, οι στήμονες παράγουν άφθονη ποσότητα γύρης, η οποία διασκορπίζεται κυρίως με τον αέρα. Υπερισχύει η σταυρογονιμοποίηση.

Ο σπόρος είναι μικρός, με διαστάσεις 3,0 mm μήκος και 1,5 mm πάχος. Οι σπόροι κάθε συγκαρπίου αποχωρίζονται πολύ δύσκολα. Αποτέλεσμα αυτού είναι όταν σπέρνεται το συγκάρπιο, να αναπτύσσονται πολλά νεαρά φυτά και να πρέπει να γίνει αραιώμα με το χέρι στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, ώστε σε κάθε θέση να αναπτυχθεί μία ρίζα από ένα φυτό. Ο διαχωρισμός των σπόρων μπορεί να γίνει μηχανικά, δεν είναι όμως πλήρης και μειώνει τη βλαστική τους ικανότητα (Scott κ.ά. 1974).

## 1.8 Οικολογικές απαιτήσεις

Ιδανικές συνθήκες για την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι αυτές που επικρατούν στην Κ. και Β. Ευρώπη. Η χώρα μας βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της

ζώνης καλλιέργειας και παρόλο ότι καλλιεργούνται ποικιλίες προσαρμοσμένες στο εδαφοκλιματικό μας περιβάλλον, ο ζαχαρικός τίτλος παρουσιάζει μικρότερες τιμές σε σύγκριση με τις χώρες της Κ. και Β. Ευρώπης. Για να καλλιεργηθούν τα ζαχαρότευτλα χρειάζεται να υπάρχει μία βλαστική περίοδος κατά ελάχιστο πέντε περίπου μήνες κατά το πρώτο έτος της ζωής του φυτού και τέσσερις μήνες κατά το δεύτερο.

### 1.8.1 Κλίμα

Οι κυριότεροι παράγοντες του κλίματος που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των ζαχαρότευτλων είναι η θερμοκρασία (ημέρας και νύχτας), η υγρασία, η ένταση του φωτισμού και το μήκος της ημέρας. Η ανάπτυξη των ριζών επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η περιεκτικότητα σε ζαχαρόζη από τις συνθήκες στο τέλος της περιόδου ανάπτυξης (φθινόπωρο) και το στρεμματοζάχαρο από τις συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου.

**Θερμοκρασία.** Η επίδραση της θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική, από την έναρξη του φυτρώματος του σπόρου μέχρι και τη συγκομιδή των ριζών. Καθορίζει τη βλαστική ανάπτυξη, τη συγκέντρωση της ζαχαρόζης στη ρίζα και τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου.

Από τις ακραίες θερμοκρασίες μεγαλύτερη σημασία έχουν οι χαμηλές. Το φύτεμα του σπόρου αρχίζει στους 3-4 °C. Τα νεαρά φυτά είναι ευπαθή σε θερμοκρασίες μικρότερες από -3 °C, αργότερα όμως γίνονται ανθεκτικότερα (ως -8 °C) και τα φύλλα τους ευπαθή πάλι το φθινόπωρο από τους -3 °C.

Η άριστη θερμοκρασία για αυξημένη φωτοσύνθεση και αύξηση του βάρους των ριζών κατά τους θερινούς μήνες είναι 20-26 °C (Loomis κ.ά. 1971).

**Υγρασία.** Τα ζαχαρότευτλα παρόλο ότι έχουν σχετικά μικρό συντελεστή διαπνοής, μεταξύ 250-420, είναι απαιτητικά σε νερό, λόγω της παραγωγής μεγάλης φυτομάζας. Σε περιοχές, όπως η χώρα μας, με περιορισμένη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της ταχείας ανάπτυξης η άρδευση είναι απαραίτητη για την επίτευξη ικανοποιητικών αποδόσεων. Η άρδευση όμως σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού αυξάνει την υγρασία στο περιβάλλον των φυτών και έτσι ευνοείται η ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών. Ο απαιτούμενος αριθμός αρδεύσεων και η αρδευτική δόση εξαρτώνται από τις ειδικότερες κλιματολογικές συνθήκες κάθε

περιοχής. Η δυσμενής επίδραση της χαλαζόπτωσης στην παραγωγικότητα του φυτού είναι μικρότερη σε σχέση με άλλες καλλιέργειες.

**Φωτισμός - Μήκος ημέρας.** Ως προς το φως το ζαχαρότευτλο ευνοείται από μέση ένταση. Πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή ένταση μπορεί να προκαλέσει μείωση του ποσοστού του σακχάρου.

Το μήκος ημέρας φαίνεται να επηρεάζει τα ζαχαρότευτλα μέσω της φωτοσύνθεσης, αλλά η επίδρασή του δεν μπορεί να ερμηνευθεί εύκολα, γιατί δεν μπορεί να διαφοροποιηθεί υπό φυσικές συνθήκες από της εντάσεως φωτός. Έτσι, η παραγωγή ζάχαρης είναι ίδια, όταν επικρατούν: α) μακρές ημέρες με μέση ένταση φωτός και β) βραχύτερες ημέρες αλλά με μεγαλύτερη συνολική ακτινοβολία (Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης 1960, Φασούλας και Σενλόγλου 1966).

### 1.8.2 Έδαφος.

Οι απαιτήσεις των ζαχαρότευτλων σε έδαφος έχουν ιδιαίτερη σημασία καθόσον το εμπορεύσιμο τμήμα του φυτού (η ρίζα) αναπτύσσεται μέσα στο έδαφος. Καταλληλότερα εδάφη είναι τα βαθιά, καλώς στραγγιζόμενα, πηλώδη ως αμμοπηλώδη, γόνιμα ως μέσης γονιμότητας, πλούσια σε οργανική ουσία.

Στα βαριά εδάφη οι αποδόσεις είναι μικρότερες και δυσκολεύεται τόσο η συγκομιδή όσο και ο καθαρισμός των ριζών από το χώμα. Ακατάλληλα είναι τα εδάφη που περιέχουν πέτρες ή χαλίκια και τα πολύ συμπιεσμένα λόγω της συνεχούς κατεργασίας στο ίδιο βάθος, επειδή παραμορφώνονται οι ρίζες και δυσκολεύεται η εξαγωγή τους.

Το καταλληλότερο pH είναι 7-8. Τα ζαχαρότευτλα παρουσιάζουν αρκετή αντοχή στα άλατα. Αναφέρεται από τους Rhoades και Loveday (1990) ότι αγωγιμότητα 7 dS/m δεν δημιουργεί πρόβλημα στα φυτά. Το πλέον ευαίσθητο στάδιο είναι το φύτευμα. Σε αγωγιμότητα 6-12 dS/m, το φύτευμα μειώνεται στο 50%. Ακατάλληλα είναι τα εδάφη με pH μικρότερο από 5,5. Σε εδάφη όξινα, κακώς αεριζόμενα, με υπερβολική υγρασία παρουσιάζονται τροφοπενίες στα φυτά λόγω έλλειψης μικροστοιχείων.

## 1.9 Καλλιεργητικές φροντίδες

### 1.9.1 Αμειψισπορά.

Στα ζαχαρότευτλα η εφαρμογή αμειψισποράς είναι τόσο επιτακτική ανάγκη, ώστε η Ε.Β.Ζ. με βάση ειδικό όρο του συμφωνητικού τευτλοκαλλιέργειας που συνάπτει με τους παραγωγούς, τους υποχρεώνει να καλλιεργούν ζαχαρότευτλα στο ίδιο χωράφι κάθε τέσσερα χρόνια (4ετής αμειψισπορά).

Εκτός από τα γενικά πλεονεκτήματα της αμειψισποράς, διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, ευκολότερη και με λιγότερα έξοδα αντιμετώπιση των ζιζανίων, στα ζαχαρότευτλα η εναλλαγή των καλλιεργειών έχει ιδιαίτερη σημασία για την καταπολέμηση ορισμένων ασθενειών και εχθρών (σε περίπτωση εμφάνισης της ριζομανίας επιβάλλεται δετής αμειψισπορά).

Εναλλάσσονται κυρίως με άλλες αρδευόμενες καλλιέργειες όπως βαμβάκι, καλαμπόκι, βιομηχανική τομάτα, ηλιάνθο, καπνό κ.λ.π. Το σιτάρι, το οποίο δεν είναι αρδευόμενη καλλιέργεια, παίρνει συχνά μέρος στην αμειψισπορά για την καταπολέμηση πολυετών ζιζανίων και τη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Δεν μπορεί να εφαρμοσθεί ικανοποιητικά χλωρά λίπανση για τα ζαχαρότευτλα (Γαλανοπούλου – Σενδουκά κ.ά. 1999).

Αναλύσεις εδάφους έχουν δείξει ότι σε αγρούς που καλλιεργούνται με ρύζι δε υπάρχει ο μύκητας *Polymyxa betae* (φορέας του ιού της ριζομανίας). Πιθανή εξήγηση είναι ότι η κατάκλιση με νερό καταστρέφει το μύκητα.

### 1.9.2 Κατεργασία του εδάφους.

Τα ζαχαρότευτλα είναι πρόωμη ανοιξιάτικη καλλιέργεια οπότε η προετοιμασία των αγρών θα πρέπει να γίνεται έγκαιρα. Για το λόγο αυτό, πολλές φορές, χρειάζεται να επισπεύδεται η συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας (π.χ. καλαμπόκι) ή να θυσιάζεται ένα μέρος της παραγωγής της (π.χ. βαμβάκι). Έγκαιρη προετοιμασία γίνεται όταν προηγήθηκε χειμερινό σιτηρό ή χειμερινό ψυχανθές.

**Υπεδαφοκαλλιέργεια.** Κάθε 4-5 χρόνια, σε βαριά κυρίως εδάφη, συνιστάται βαθύ ή καλύτερα υπεδάφιο όργωμα, σε βάθος 40-60 cm, με εδαφοσχίστη ή υπεδαφοκαλλιεργητή. Είναι προτιμότερο να γίνεται όταν το έδαφος είναι ξηρό.

Συνίσταται να συνδυάζεται με τη χροιά που γίνεται αμειψισπορά των ζαχαρότευτλων με σιτάρι, ώστε το υπεδάφιο όργωμα να γίνει το καλοκαίρι αμέσως μετά τη συγκομιδή του σιταριού.

**Ισοπέδωση.** Είναι απαραίτητη γιατί το ισοπεδωμένο χωράφι εξασφαλίζει ομοιόμορφη σπορά και φύτευμα, ευκολία στις καλλιεργητικές φροντίδες και δεν δημιουργούνται προβλήματα από την κατακράτηση νερού. Επίσης διευκολύνεται η ομοιόμορφη αποκορύφωση κατά τη συγκομιδή.

**Όργωμα.** Εάν η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν σιτάρι τότε το όργωμα γίνεται ή αμέσως μετά τη συγκομιδή του σιταριού το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Το βάθος του οργώματος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 30 cm.

Όταν η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν βαμβάκι ή καλαμπόκι, αμέσως μετά τη συγκομιδή το φθινόπωρο, γίνεται τεμαχισμός των φυτικών υπολειμμάτων και ακολουθεί όργωμα σε βάθος περίπου 35 cm.

Τα υπολείμματα της βιομηχανικής τομάτας δεν δημιουργούν ιδιαίτερο πρόβλημα στο όργωμα, το οποίο γίνεται το φθινόπωρο σε βάθος 30-35 cm.

Ειδική μεταχείριση χρειάζεται όταν η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν μηδική. Η κατεργασία του εδάφους πρέπει να γίνει νωρίς το φθινόπωρο (θυσιάζοντας την τελευταία κοπή) σε δύο φάσεις. Στην αρχή γίνεται όργωμα σε πολύ μικρό βάθος, μόλις 5-7 cm, με αλέτρι εφοδιασμένο με πολύ κοφτερά υνιά και με τροχό βάθους. Οι κεφαλές της μηδικής μπορούν να απομακρυνθούν με μία σβάρνα. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει ένα βαθύ όργωμα περίπου στα 40 cm (E.B.Z. 1983β).

Εάν για κάποιο λόγο δεν μπορεί να γίνει όργωμα το φθινόπωρο, τότε αυτό θα πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν νωρίς την άνοιξη, όχι όμως όταν το έδαφος είναι πολύ υγρό, για να μην καταστραφεί η δομή του.

Στα βαριά, αργιλώδη εδάφη αμέσως μετά το όργωμα συνιστάται η εφαρμογή σβάρνας ή καλλιεργητή για μερικό τεμαχισμό των μεγάλων μαζών (σβώλων) που δημιουργούνται με το όργωμα.

**Προετοιμασία της σποροκλίνης.** Σκοπός της κατεργασίας του εδάφους σε αυτό το στάδιο είναι να εξασφαλιστεί περιβάλλον κατάλληλο, για το φύτευμα του σπόρου και την πρώτη ανάπτυξη των φυτών. Με τις ίδιες εργασίες ενσωματώνονται στο έδαφος η βασική λίπανση, τα ζιζανιοκτόνα και εντομοκτόνα, που πιθανόν θα χρησιμοποιηθούν. Επίσης καταστρέφονται και τα ζιζάνια τα οποία φύτεψαν μετά το όργωμα.

Η προετοιμασία της σποροκλίνης γίνεται λίγο πριν από τη σπορά με ελαφρά καλλιεργητικά μηχανήματα όπως η οδοντωτή σβάρνα, η ελατηριωτή σβάρνα και η δισκοσβάρνα.

**Μειωμένη κατεργασία.** Το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας, κατά την οποία τα φυτικά υπολείμματα παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους, δοκιμάστηκε και στα ζαχαρότευτλα όχι όμως στον ίδιο βαθμό με τις άλλες καλλιέργειες. Η επίδρασή της στην απόδοση ριζών ποικίλλει (Henriksson και Hakansson 1993). Ο κυριότερος παράγοντας που καθορίζει την επίδραση της μειωμένης κατεργασίας στην απόδοση ριζών είναι η μηχανική σύσταση του εδάφους.

### 1.9.3 Λίπανση.

Τα ζαχαρότευτλα είναι φυτά με μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και αντιδρούν στη λίπανση ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες και τις συνθήκες της καλλιέργειας. Η ισορροπημένη λίπανση εκτός του ότι επηρεάζει την απόδοση είναι και ουσιώδους σημασίας για την ποιότητα των ριζών, όσον αφορά την καταλληλότητά τους για τη ζαχαροβιομηχανία.

Υπό κανονικές συνθήκες το ζαχαρότευτλο ικανοποιεί μόνο μέρος των θρεπτικών αναγκών του από το έδαφος, ενώ το υπόλοιπο είναι απαραίτητο να το προσλάβει με λίπανση ανόργανη ή οργανική. Υπέρβαση όμως των λιπαντικών αναγκών μπορεί να προκαλέσει ρύπανση των υπόγειων υδάτων. Η Ε.Β.Ζ. επιδιώκει να κινηθεί στα πλαίσια της ορθολογικής λίπανσης με στόχο τον άριστο συνδυασμό κόστους και γεωργικής απόδοσης (Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης 1960, Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Σφήκας 1988, Draycott 1993).

**Άζωτο.** Είναι το σπουδαιότερο θρεπτικό συστατικό που επηρεάζει την απόδοση και ποιότητα των ζαχαρότευτλων και προσλαμβάνεται κυρίως ως νιτρικό αλλά και υπό αμμωνιακή μορφή. Η έλλειψή του προκαλεί χαρακτηριστική χλώρωση των φύλλων και καταστέλλει την αύξηση των φυτών. Τα αζωτούχα λιπάσματα αυξάνουν συνήθως το βάρος ριζών και κεφαλών, αλλά συνήθως δεν αυξάνουν την περιεκτικότητα σε σάκχαρο. Έχουν επίσης αξιοσημείωτη επίδραση στα φύλλα, που γίνονται εύρωστα και ζωηρά πράσινα.

Επαρκής ποσότητα αυξάνει τη στρεμματική απόδοση σε ρίζες και συνεπώς σε στρεμματόζαχαρο, αλλά και η περίσσεια Ν μειώνει το ζαχαρικό τίτλο και την καθαρότητα του χυμού με αποτέλεσμα να γίνεται αντιοικονομική τόσο για τον

παραγωγό όσο και για τη βιομηχανία. Υπολογίζεται γενικώς ότι για να μεγιστοποιηθεί το στρεμματοζάχαρο πρέπει η φυτεία να προσλάβει 20-25 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα.

**Φώσφορος.** Με την έλλειψη φωσφόρου επιβραδύνεται η αύξηση των νεαρών φυτών, η φυλλική επιφάνεια παραμένει μικρή και η απόδοση μειώνεται. Γενικώς σε πτωχά εδάφη η φωσφορική λίπανση αυξάνει θεαματικά τις αποδόσεις, αυξάνει επίσης την ζαχαροπεριεκτικότητα της ρίζας, εφόσον η αζωτούχος λίπανση είναι μέτρια, όχι όμως όταν η τελευταία είναι ισχυρή. Οι ανάγκες σε P στη χώρα μας κυμαίνονται από 0-16 μονάδες  $P_2O_5$ /στρ., ενώ η συμβουλευτική λίπανση ανέρχεται σε 10 περίπου μονάδες P.

**Κάλιο και Νάτριο.** Ως προς το κάλιο τα ζαχαρότευτλα είναι πολύ απαιτητικά φυτά. Έλλειψη K καθυστερεί την ανάπτυξη των φυτών, τα φύλλα, πρώτα τα παλαιότερα, παρουσιάζουν περιφερειακή χλώρωση και αργότερα νέκρωση που μπορεί να επεκταθεί στα μεσονεύρια διαστήματα. Μειώνει επίσης τη φωτοσύνθεση και το σχηματισμό χλωροφύλλης καθώς και τη σύνθεση πρωτεϊνών και αυξάνει την αναπνοή. Η μεταφορά στις ρίζες των σακχάρων που παράγονται με τη φωτοσύνθεση απαιτεί την παρουσία K. Το K αντικαθίσταται μερικώς από το νάτριο το οποίο θεωρείται απαραίτητο στοιχείο για τα ζαχαρότευτλα. Η απόδοση σε ρίζες και ζαχαρη βασίζεται κυρίως στη συνδυασμένη αζωτούχο και καλιούχο λίπανση, γιατί υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων. Υψηλό επίπεδο N αυξάνει και το επιθυμητό K. Παρόμοια αλληλεπίδραση ισχύει και μεταξύ N και Na. Αύξηση καλίου προκαλεί μείωση του επιβλαβούς αζώτου. Η περιεκτικότητα του ελάσματος των φύλλων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1%.

Τα στοιχεία θείο, ασβέστιο και μαγνήσιο θεωρούνται δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία.

Εκτός από τα κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία τα ζαχαρότευτλα απαιτούν μικροποσότητες και από ορισμένα άλλα στοιχεία όπως βόριο, μαγγάνιο, χλώριο, μολυβδαίνιο, ψευδάργυρο και χαλκό. Στα περισσότερα ελληνικά εδάφη οι ανάγκες σε ιχνοστοιχεία αντιμετωπίζονται επαρκώς, εκτός του βορίου και μαγνησίου, που σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται προσθήκη είτε με διαφυλλικούς ψεκασμούς για άμεση αντιμετώπιση της τροφопενίας, είτε με κατάλληλα λιπάσματα στο έδαφος για μονιμότερη αντιμετώπιση (Σφήκας 1988, Henriksson and Hakansson 1993).

Για τα ελληνικά εδάφη η μέση άριστη δόση λίπανσης είναι: 12-14 Kg/στρ. N, 9-11 Kg/στρ.  $P_2O_5$  και 0-45 Kg/στρ.  $K_2O$  (E.B.Z. A.E. 2001α).



#### 1.9.4 Σπορά

Τα ζαχαρότευτλα στη χώρα μας σπέρνονται την άνοιξη. Όσο πιο πρώιμα γίνεται η σπορά τόσο μεγαλύτερη επιτυχία έχει η καλλιέργεια. Με την πρώιμη σπορά οι αποδόσεις, σε βάρος ριζών και στρεμματοζάχαρο, είναι μεγαλύτερες. Με όψιμη σπορά στο τέλος Μαρτίου παρατηρήθηκε απώλεια σε στρεμματοζάχαρο 8-10%, ενώ με σπορά τέλος Απριλίου 28-32% (E.B.Z. 1993β).

Στην όψιμη σπορά περιοριστικός παράγοντας επιτυχίας του φυτρώματος είναι και η υγρασία του εδάφους, η οποία προοδευτικά μειώνεται. Η άρδευση για υποβοήθηση του φυτρώματος συνήθως δημιουργεί προβλήματα με το σχηματισμό κρούστας στο έδαφος, εάν η ποσότητα του νερού που εφαρμόζεται είναι μεγάλη.

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η θερμοκρασία και υγρασία του εδάφους καθορίζουν τα όρια για το πόσο νωρίς μπορεί να γίνει η σπορά.

Κατάλληλη εποχή σποράς για τη Θεσσαλία, Στερεά Ελλάδα και Κ. Μακεδονία είναι το τέλος Φεβρουαρίου μέχρι τέλος Μαρτίου ενώ για τις υπόλοιπες περιοχές από αρχές Μαρτίου μέχρι αρχές Απριλίου. Εάν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές η σπορά μπορεί να παραταθεί μέχρι το τέλος Απριλίου, αλλά σε καμία περίπτωση αργότερα. Καλλιέργεια τεύτλων φθινοπωρινής σποράς στη χώρα μας δεν γίνεται. Επίσης και η τεχνική μεταφύτευσης νεαρών φυταρίων ζαχαρότευτλων, τα οποία έχουν παραχθεί σε σπορεία, δεν βρίσκει εφαρμογή στη χώρα μας γιατί είναι οικονομικά ασύμφορη. Διάφορες επεμβάσεις που δοκιμάστηκαν στους σπόρους πριν από τη σπορά με σκοπό να επιταχυνθεί το φύτερωμα, μέχρι στιγμής, δεν έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Durrant κ.ά. 1983, Durrant και Jaggard 1988).

Όπως σε όλες τις προηγμένες χώρες έτσι και στην Ελλάδα ο χρησιμοποιούμενος σήμερα σπόρος είναι σχεδόν αποκλειστικά γενετικά μονόσπερμος. Μονόσπερμος σπόρος, εκτός από το γενετικά μονόσπερμο, μπορεί να παραχθεί από πολύσπερμο με ειδική μηχανική επεξεργασία. Ο μονόσπερμος σπόρος χορηγείται σε δύο βασικές μορφές, γυμνός και κουφετοποιημένος. Στη χώρα μας ο χρησιμοποιούμενος σπόρος χορηγείται στους αγρότες αποκλειστικά από την E.B.Z. και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό είναι κουφετοποιημένος. Ο κουφετοποιημένος όμως σπόρος έχει συνήθως μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία για το φύτερωμά του εξαιτίας του υλικού που τον περιβάλλει. Διατίθεται σε μονάδες και όχι με το βάρος (E.B.Z. 1999β).

Κατάλληλη πυκνότητα φυτών θεωρείται εκείνη κατά την οποία όταν τα φυτά βρίσκονται στην πλήρη ανάπτυξή τους όλη η επιφάνεια του εδάφους να είναι καλυμμένη με φύλλωμα, ώστε η αναχίτιση της ηλιακής ενέργειας να είναι η

μέγιστη δυνατή (Scott 1964). Πολλά πειράματα έχουν δείξει ότι 7500 φυτά/στρ. είναι ο ελάχιστος πληθυσμός φυτών που απαιτείται για τη μέγιστη παραγωγή ζαχαρόζης.

Η απόσταση σποράς μεταξύ των γραμμών, η οποία καθορίζεται κυρίως από τις διαστάσεις της σπαρτικής μηχανής, είναι 45-50 cm. Οι συνιστώμενες από την Ε.Β.Ζ. (1983β, 2001γ) αποστάσεις σποράς πάνω στη γραμμή σε καλά προετοιμασμένα χωράφια είναι 9-10 cm, ώστε να περιορισθεί το αραίωμα ή 14-18 cm για να μην γίνει αραίωμα. Στις περιπτώσεις που υπάρχουν αμφιβολίες για καλό φύτευμα η απόσταση περιορίζεται στα 6-8 cm.

Μετά το αραίωμα οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών είναι 20-25 cm για να έχουμε τελικά 8000-10000 φυτά/στρ. Σ' αυτά τα όρια πυκνότητας επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση σε βάρος ριζών και ζαχαρικό τίτλο και τελικά σε στρεμματοζάχαρο.

Το βάθος σποράς ρυθμίζεται στα 2-3 cm όταν το έδαφος είναι ψιλοχωματισμένο και η σπορά πρώιμη, ενώ αυξάνεται και φθάνει τα 4-5 cm σε όψιμη σπορά και κακώς προετοιμασμένο χωράφι.

Το φύτευμα κρίνεται ανεπαρκές όταν ο πληθυσμός των νεαρών φυτών στο χωράφι είναι μικρότερος από το 40% του επιθυμητού και συνιστάται επανασπορά.

### 1.9.5 Έλεγχος των ζιζανίων

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα ζαχαρότευτλα για το φως, τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό. Ο κυριότερος από αυτούς τους παράγοντες είναι το φως, καθόσον ο τρόπος με τον οποίο γίνεται σήμερα η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων εξασφαλίζει επάρκεια νερού και θρεπτικών στοιχείων. Τα ζιζάνια όταν αναπτυχθούν πολύ, δυσκολεύουν την εκτέλεση των ψεκασμών για τα έντομα και τις ασθένειες καθώς και τη συγκομιδή των ριζών. Επίσης είναι ξενιστές εντόμων και άλλων παθογόνων. Περισσότερο ανταγωνιστικά είναι τα ετήσια ζιζάνια και από αυτά τα πλατύφυλλα.

Τα κυριότερα ζιζάνια που δημιουργούν πρόβλημα στη χώρα μας είναι αγριοπιπεριά (*Polygonum persicaria*), αιθούζα (*Aethusa cynapium* L.), λουβουδιά (*Chenopodium album* L.), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.), σινάπι ή βρούβα (*Sinapis arvensis* L.), αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.), ασπράγκαθο (*Xanthium spinosum* L.), βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.), στύφνος ή αγριοντοματιά (*Solanum nigrum* L.), αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.), φάλαρη (*Phalaris* spp.), αγριάδα (*Cynodon dactylon*), βέλιουρας (*Sorghum halepense* L.), μουχρίτσα

(*Echinochloa crus-galli* L.), σετάρια (*Setaria viridis*). Επίσης συνεχώς ανερχόμενο πρόβλημα αποτελούν η κουσκούτα (*Cuscuta spp.*) και το “άγριο τεύτλο” ή “τεύτλο ζιζάνιο” το οποίο είναι κάθε ανεπιθύμητο φυτό τεύτλων επί ή μεταξύ των γραμμών σποράς.

Η μείωση στην απόδοση ριζών και ζάχαρης λόγω του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια, εξαρτάται από την ανταγωνιστική ικανότητα και τον πληθυσμό των ζιζανίων, από την εποχή και τη χρονική διάρκεια της παρουσίας των ζιζανίων στην καλλιέργεια και φυσικά από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής. Τα προβλήματα που δημιουργούν τα ζιζάνια στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων μπορούν να καταταχθούν σε τρεις χρονικές περιόδους (Dawson 1974). Η πρώτη (I) αφορά το διάστημα από τη σπορά μέχρι το αραίωμα, η δεύτερη (II) από το αραίωμα μέχρι το “κλείσιμο των γραμμών” και η τρίτη (III) από το “κλείσιμο των γραμμών” μέχρι τη συγκομιδή. Δυσκολότερος είναι ο έλεγχος των ζιζανίων κατά τη διάρκεια της περιόδου I, γιατί τα νεαρά φυτά είναι ευαίσθητα στα ζιζανιοκτόνα και σκεπάζονται εύκολα με χώμα, εάν γίνει σκάλισμα με μηχανικά μέσα.

Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με προληπτικά μέτρα, με βοτάνισμα, με μηχανικά μέσα και με ζιζανιοκτόνα.

Ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής τους τα ζιζανιοκτόνα διακρίνονται σε προσπαρτικά (με ενσωμάτωση), προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά (E.B.Z. 1993α, 1999α).

Κατά την επιλογή ενός αγρού για καλλιέργεια ζαχαρότευτλων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ’ όψη τα ζιζανιοκτόνα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην προηγούμενη καλλιέργεια, γιατί ορισμένα ζιζανιοκτόνα με μεγάλη υπολειμματικότητα ενδέχεται να προκαλέσουν ζημιά στα τεύτλα.

## 1.9.6 Άρδευση

### 1.9.6.1 Άρδευτικές ανάγκες

Το ξηροθερμικό κλίμα της χώρας μας κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των ζαχαρότευτλων (υψηλές θερμοκρασίες με ελάχιστες βροχοπτώσεις) σε συνδυασμό με τις υψηλές απαιτήσεις του φυτού σε νερό, καθιστά απαραίτητη την άρδευση για οικονομικά βιώσιμη τευτλοκαλλιέργεια. Σήμερα αρδεύεται το σύνολο σχεδόν της καλλιεργούμενης με ζαχαρότευτλα έκτασης, στα δε πειράματα της E.B.Z. ο

μάρτυρας δεν υπερβαίνει σε απόδοση ζαχάρου το 60% της απόδοσης της αρδευόμενης καλλιέργειας. Με την άρδευση αυξάνεται η παραγωγή της ξηράς ουσίας ριζών και φυλλώματος, μειώνεται συνήθως η περιεκτικότητα σε ζαχαρόζη, τελικά όμως το στρεμματοζάχαρο αυξάνεται. Επίσης αυξάνεται η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων χωρίς όμως απαραίτητως να συνοδεύεται από αύξηση της περιεκτικότητας αυτών στη ρίζα, λόγω της μεγαλύτερης ανάπτυξης που προκαλείται με την επάρκεια νερού. Η άρδευση επηρεάζει περισσότερο τις αποδόσεις σε σύγκριση με την αζωτούχο λίπανση και την εποχή συγκομιδής.

Οι απαιτήσεις σε νερό εξαρτώνται κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής καλλιέργειας (εξατμισοδιαπνοή), τη μηχανική σύσταση και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους (διηθητική ικανότητα), το ύψος της υπόγειας στάθμης του νερού και την τεχνική καλλιέργειας (πυκνότητα φυτών, αζωτούχος λίπανση κ.λ.π.).

Η τυπική σχέση μεταξύ της συνολικής παραγωγής ξηράς ουσίας από τα ζαχαρότευτλα και της εξατμισοδιαπνοής παρουσιάζεται παρακάτω: Στο στάδιο I η εξάτμιση από το γυμνό έδαφος συνιστά το μεγαλύτερο ποσοστό της εξατμισοδιαπνοής, η οποία όμως είναι πολύ περιορισμένη. Η μορφή που παίρνει το διάγραμμα εξαρτάται από το πόσο γρήγορα επιτυγχάνεται η πλήρης κάλυψη του εδάφους με φύλλωμα και πόσο συχνά η επιφάνεια του εδάφους που παραμένει ακόμη ακάλυπτη επαναυγραίνεται (βροχή ή άρδευση). Στο στάδιο II η εξάτμιση από το έδαφος αποτελεί ένα μικρό και σταθερό ποσοστό της συνολικής ποσότητας του χρησιμοποιημένου ύδατος και η σχέση μεταξύ της συνολικής παραγωγής ξηράς ουσίας και της εξατμισοδιαπνοής είναι ευθύγραμμη. Στο στάδιο III η συνολική ξηρά ουσία αυξάνει κάπως βραδύτερα σε σχέση με την εξατμισοδιαπνοή λόγω της απώλειας φυλλώματος από τη γήρανση και την προσβολή από ασθένειες προς το τέλος της περιόδου ανάπτυξης.

Πειραματικά δεδομένα της E.B.Z. (1997α) έδειξαν ότι οι συνολικές ανάγκες σε νερό στο διάστημα μιας καλλιεργητικής περιόδου, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, κυμαίνονται από 540 m<sup>3</sup>/στρ. στην περιοχή της Θράκης έως 610 m<sup>3</sup>/στρ. στην πεδιάδα της Θεσσαλίας. Λαμβάνοντας δε υπ' όψη την ποσότητα νερού που είναι ήδη αποθηκευμένη στο έδαφος κατά την εποχή της σποράς και την ωφέλιμη βροχή κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, προκύπτει ότι οι καθαρές ανάγκες σε νερό άρδευσης κυμαίνονται από 310 m<sup>3</sup>/στρ. στη Θράκη έως 390 m<sup>3</sup>/στρ. στη Θεσσαλία. Οι ποσότητες νερού που θα εφαρμοσθούν στον αγρό θα πρέπει να είναι αυξημένες από 10-30%, ανάλογα με την αποδοτικότητα του

συστήματος άρδευσης που χρησιμοποιείται (π.χ. 10% για πότισμα με σταγόνες, 25-30% για πότισμα με αυλάκια).

Τα ζαχαρότευτλα δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευαισθησία στην έλλειψη νερού σε κάποιο στάδιο ανάπτυξής τους, όπως π.χ. συμβαίνει με τα χειμερινά σιτηρά στην περίοδο της άνθησης ή με την πατάτα κατά την ανάπτυξη των κονδύλων (Salter και Goode 1967). Φυσικά η μείωση στην απόδοση είναι ανάλογη με τη διάρκεια καταπόνησης λόγω έλλειψης νερού, αλλά η μείωση της απόδοσης και η υποβάθμιση της ποιότητας είναι μικρότερες σε σχέση με άλλα φυτά (π.χ. καλαμπόκι, λαχανικά). Ο ακριβής όμως σχεδιασμός ενός προγράμματος άρδευσης είναι απαραίτητος για την καλύτερη κατά το δυνατόν αποδοτικότητα της άρδευσης.

Οι αρδευτικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων προσδιορίζονται με εμπειρικό τρόπο ή με διάφορες μεθόδους λιγότερο ή περισσότερο ακριβείς όπως ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής, η μέτρηση της υγρασίας του εδάφους με τη χρησιμοποίηση тенσιομέτρων κ.λ.π. Ο εμπειρικός τρόπος ο οποίος βασίζεται στην παράδοση κάθε περιοχής, στην επάρκεια αρδευτικού νερού και σε ορισμένα μακροσκοπικά συμπτώματα (π.χ. μεσημέριασμα των φυτών) είναι εκείνος ο οποίος κυρίως χρησιμοποιείται από τους τευτλοπαραγωγούς. Οι τομεάρχες γεωπόνους της Ε.Β.Ζ. παράλληλα προσδιορίζουν λεπτομερώς τις αρδευτικές ανάγκες με τη μέθοδο της εξατμισοδιαπνοής και την εγκατάσταση тенσιομέτρων σε επιλεγμένους αγρούς και καθοδηγούν τους παραγωγούς.

### 1.9.6.2 Προγραμματισμός αρδεύσεων

Για καλό φυτόωμα των σπόρων πρέπει να επιδιώκεται, με τη σωστή προετοιμασία, η συγκράτηση της υγρασίας του εδάφους. Εάν όμως δεν υπάρχει υγρασία, τότε η πρώτη άρδευση γίνεται για την υποβοήθηση του φυτώματος. Κατά την άρδευση αυτή χρησιμοποιείται μικρή ποσότητα νερού (20-25 m<sup>3</sup>/στρ.) και θεωρείται λύση ανάγκης, γιατί μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα όπως π.χ. σχηματισμό κρούστας με αποτέλεσμα δυσκολία ή αποτυχία του φυτώματος.

Μετά την ολοκλήρωση του φυτώματος και μέχρι λίγο πριν από το κλείσιμο των γραμμών (κατά τη διάρκεια του Μαΐου), τα ζαχαρότευτλα έχουν περιορισμένο φύλλωμα με αντίστοιχα μικρές ανάγκες σε νερό. Συνήθως αυτές οι ανάγκες καλύπτονται από τα αποθέματα υγρασίας του εδάφους. Εάν όμως επικρατήσουν ξηροθερμικές συνθήκες συνιστάται μία άρδευση με μειωμένη ποσότητα νερού, ίση

προς το 60% της κανονικής, η οποία συγχρόνως βοηθά και τη διαλυτοποίηση της επιφανειακής λίπανσης.

Η κύρια αρδευτική περίοδος ξεκινά από το κλείσιμο των γραμμών και τελειώνει περίπου 150 ημέρες από τη σπορά (κατά τη διάρκεια των μηνών Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου). Στόχος αυτών των αρδεύσεων είναι η διατήρηση ικανοποιητικού φυλλώματος, όχι όμως υπερβολικού. Από το Σεπτέμβριο και μέχρι τη συγκομιδή οι ανάγκες σε νερό περιορίζονται λόγω της πτώσης των θερμοκρασιών και της σταδιακής μείωσης του φυλλώματος. Εάν οι συνθήκες όμως κατά το χρονικό αυτό διάστημα εξακολουθούν να είναι ξηροθερμικές, συνιστάται η συνέχιση των αρδεύσεων. Η τελευταία άρδευση πρέπει να γίνεται 2-4 εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή για την επιτάχυνση της ωρίμανσης (E.B.Z. 1997α). Ένα ελαφρό πότισμα μερικές ημέρες πριν από τη συγκομιδή, όταν το έδαφος είναι σκληρό και δεν έχει καθόλου υγρασία, ενώ δεν επηρεάζει την ανάπτυξη επειδή δεν υπάρχει επαρκής χρόνος, περιορίζει το σπάσιμο των ριζών από τους τευτλοεξαγωγείς και μειώνει τις απώλειες συγκομιδής.

Πολλαπλά προβλήματα όμως δημιουργούνται και με την υπερβολική άρδευση. Ενώ χρησιμοποίηση ποσότητας νερού μεγαλύτερης από την απαιτούμενη δεν επηρεάζει το στρεμματόζαχαρο, αυξάνει πολύ το κόστος καλλιέργειας, μειώνοντας έτσι το καθαρό εισόδημα. Παράλληλα αυξάνεται το κόστος της επεξεργασίας στα ζαχαρουργεία καθώς χρησιμοποιούνται ρίζες τεύτων με μικρότερο ζαχαρικό τίτλο, λόγω της αύξησης του όγκου των ριζών. Η αυξημένη υγρασία που δημιουργείται στο περιβάλλον του φυλλώματος ευνοεί τις προσβολές από την κερκόσπορα και πρέπει να υπάρχει συντονισμός των αρδεύσεων με τους ψεκασμούς. Η άρδευση πρέπει πάντα να προηγείται χρονικά του ψεκασμού. Η υπερβολική υγρασία του εδάφους εμποδίζει την παροχή οξυγόνου στις ρίζες με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ανάπτυξή τους και να ευνοείται το σάπισμα. Επίσης με υπερβολική άρδευση εντείνονται τα προβλήματα της ριζομανίας, καθώς η ανάπτυξη του μύκητα *Polymyxa betae* με τον οποίο μεταφέρεται ο ιός της ριζομανίας, ευνοείται από την υπερβολική υγρασία του εδάφους. Εάν όμως τα ζαχαρότευτλα προσβληθούν σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης από τη ριζομανία, απαιτούνται συχνές αρδεύσεις με μικρή ποσότητα νερού, προκειμένου να επιβιώσει η καλλιέργεια, λόγω μερικής καταστροφής των ριζικών τριχιδίων. Τέλος με την υπερβολική άρδευση έχουμε έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων και διοχέτευσή τους στα υπόγεια νερά.

### 1.9.6.3 Αρδευτική δόση και μέθοδοι άρδευσης

Μετρήσεις της κατανομής του ριζικού συστήματος που έγιναν σε αγρό με έδαφος αμμοπηλώδες στα μέσα Ιουλίου έδειξαν ότι το 50% των ινωδών ριζών είχε αναπτυχθεί σε βάθος 40 cm ενώ το 65% του συνόλου σε βάθος 50 cm (E.B.Z. 1997a). Το βάθος των ριζών φθάνει τα 1,2-1,8 m. Η πυκνότητα των ινωδών ριζών στο ανώτερο τμήμα του εδάφους είναι συνήθως 2 cm ρίζας/cm<sup>3</sup> εδάφους, ενώ στα χειμερινά σιτηρά είναι 5-10 cm/cm<sup>3</sup> (Brown κ.ά. 1987). Η μικρή πυκνότητα στα ζαχαρότευτλα αποδίδεται κυρίως στο μικρότερο αναλογικά ποσοστό συνολικής ξηράς ουσίας που κατανέμεται στις ινώδεις ρίζες. Πολλές από τις ινώδεις ρίζες καταστρέφονται εάν το έδαφος ξηραθεί, αλλά αντικαθίστανται από την παραγωγή νέων, όταν το έδαφος υγρανθεί εκ νέου (βροχόπτωση ή άρδευση).

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι η ποσότητα του νερού (δόση) σε κάθε άρδευση πρέπει να είναι τόση ώστε το νερό να φθάσει στο βάθος των 60 cm. Αυτή η ποσότητα εξαρτάται κυρίως από τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Σε κανονικά επαναλαμβανόμενες αρδεύσεις οι συνιστώμενες δόσεις είναι 40-50 m<sup>3</sup> νερού/στρ. στα ελαφρά-αμμώδη εδάφη, 50-60 m<sup>3</sup>/στρ. στα μέσης μηχανικής σύστασης αμμοπηλώδη και 60-80 m<sup>3</sup>/στρ. στα βαριάς μηχανικής σύστασης αργιλώδη εδάφη. Οι δόσεις μπορούν να μειωθούν κατά 30-40% εάν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η υπόγεια στάθμη του νερού βρίσκεται υψηλά. Σύμφωνα με τα στοιχεία της E.B.Z. (1997a) ο αριθμός των αρδεύσεων κατά τη διάρκεια Ιουνίου-Αυγούστου κυμαίνεται από 4-7 στη Θράκη έως 5-9 στη Θεσσαλία. Η παροχή του νερού θα πρέπει να είναι ανάλογη με τη διηθητική ικανότητα του εδάφους, ώστε να μην λιμνάζει το νερό γιατί δημιουργούνται προβλήματα στα φυτά. Για την αποφυγή νεροκρατημάτων συνιστάται η ισοπέδωση των αγρών, η οποία πρέπει και να συντηρείται με τον κατάλληλο τρόπο κατεργασίας (π.χ. χρησιμοποίηση αναστρεφόμενου αρότρου).

Η διαπίστωση του βάθους στο οποίο έχει φθάσει η υγρασία μετά από άρδευση γίνεται με πρακτικό τρόπο τρυπώντας το έδαφος με μία μεταλλική χονδρή βέργα, δύο ημέρες μετά το πότισμα, όταν έχει γίνει εξισορρόπηση της υγρασίας. Το βάθος στο οποίο φθάνει η βέργα χωρίς δυσκολία είναι και το βάθος στο οποίο έχει φθάσει το νερό της άρδευσης.

Ο τρόπος που επιλέγεται για άρδευση εξαρτάται από την ύπαρξη αρδευτικών δικτύων σε κάθε περιοχή, από τη διαθέσιμη ποσότητα νερού και από το αρδευτικό συγκρότημα που διαθέτει ο παραγωγός. Οι τρόποι άρδευσης που εφαρμόζονται για τα ζαχαρότευτλα στη χώρα μας είναι ο καταιονισμός (τεχνητή βροχή), η

επιφανειακή άρδευση (με αυλάκια) και η άρδευση με σταγόνες (στάγδην). Παρακάτω θα αναφερθούν λίγα λόγια για τις δύο πρώτες μεθόδους. Όσον αφορά τη στάγδην άρδευση γίνεται αναλυτική αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.

**1. Καταιονισμός (τεχνητή βροχή).** Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει επιφανειακό δίκτυο και το νερό αντλείται από μεγαλύτερο ή μικρότερο βάθος. Ουσιαστικά πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι η ακριβής ρύθμιση και η σχετική οικονομία νερού, δεν απαιτεί τέλεια ισοπέδωση και ο κίνδυνος επιφανειακής διάβρωσης του εδάφους του αγρού είναι μειωμένος. Ορισμένα όμως συστήματα που χρησιμοποιούνται έχουν υψηλό κόστος αγοράς. Ανάλογα, με τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας, τα συστήματα καταιονισμού τα διακρίνουμε στο μεταφερόμενο κλασικό σύστημα τεχνητής βροχής, στο αυτοκινούμενο “καρούλι” ή “πύραυλο” και στην αυτοκινούμενη “μπάρα” ή “πολυμπέκ”. Στο μεταφερόμενο κλασικό σύστημα (τοποθέτηση σωλήνων με μπεκ) σημασία έχει, η επιλογή του κατάλληλου εκτοξευτήρα-μπεκ να γίνεται σύμφωνα με την παροχή νερού του αρδευτικού συγκροτήματος. Τα μικρά μπεκ κάνουν σωστότερο πότισμα με καλύτερη κατανομή νερού. Η συνιστώμενη διάταξη των εκτοξευτήρων είναι αυτή των 12x18 m χωρίς να αποκλείονται και παραπλήσιες διατάξεις ανάλογα προς τις διαστάσεις του αγρού και την ένταση των τοπικών ανέμων (E.B.Z. 1997α).

Τα τελευταία χρόνια έχει διαδοθεί σημαντικά η χρησιμοποίηση αυτοκινούμενων συστημάτων τεχνητής βροχής που παρουσιάζουν σημαντική οικονομία ανθρώπινης εργασίας (γιατί δεν απαιτούν αλλαγές σωλήνων) αλλά έχουν υψηλό κόστος αγοράς και είναι κατάλληλα για σχετικά μεγάλους μήκους αγρούς. Σε γενικές γραμμές αποτελούνται από ένα τύμπανο (καρούλι) στο οποίο τυλίγεται ένας συνθετικός και ευλύγιστος σωλήνας από ειδικό πλαστικό, στην άκρη του οποίου βρίσκεται ένα μεγάλο μπεκ (πύραυλος) ή μία “μπάρα-πολυμπέκ” πάνω σε ειδικό στήριγμα (έλκυθρο). Η χρησιμοποίηση της μπάρας-πολυμπέκ έχει το μειονέκτημα ότι δίνει το νερό (τη δόση ποτίσματος) με υψηλή ένταση βροχής, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από τη συνήθη διηθητικότητα των εδαφών. Έτσι κατά την άρδευση μεγάλες ποσότητες νερού λιμνάζουν και ουσιαστικά αλλοιώνουν τα πλεονεκτήματα του καταιονισμού, μετατρέποντας το πότισμα σε κατάκλυση νερού. Παρουσιάζει όμως εξαιρετικά αποτελέσματα όταν χρησιμοποιηθεί για την άρδευση φυτρώματος του σπόρου.

**2. Επιφανειακή άρδευση (με αυλάκια).** Για την εφαρμογή της απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ισοπέδωση του αγρού, δίνοντας ελαφρά κλίση. Τα αυλάκια που



ανοίγονται ανάμεσα στις σειρές των τεύτλων προτιμούνται από τις λωρίδες ποτίσματος. Το νερό οδηγείται από το κανάλι στα αυλάκια ποτίσματος με ειδικούς σωλήνες, τα σιφώνια. Η διάμετρος των σιφωνίων και ο χρόνος παραμονής τους σε κάθε θέση εξαρτώνται από τη διηθητική ικανότητα του εδάφους και την κλίση του αγρού. Με τη μέθοδο αυτή η άρδευση είναι σχετικά ανομοιόμορφη στα διάφορα σημεία του αγρού και γίνεται μεγάλη κατανάλωση νερού.

### 1.10 Συγκομιδή – Μεταφορά - Αποθήκευση ριζών

Η πιο επίπονη και δαπανηρή εργασία της τευτλοκαλλιέργειας ήταν παλαιότερα η συγκομιδή, που γινόταν με το χέρι. Εδώ όμως και αρκετά χρόνια, με την εισαγωγή των μηχανών συγκομιδής, η εργασία αυτή εκτελείται γρηγορότερα, άνετα και με λιγότερα έξοδα. Στη χώρα μας επικράτησαν οι αυτοκινούμενες μηχανές αρχικά οι μονόσειρες, στη συνέχεια οι δίσειρες και τρίσειρες και τελευταία οι εξάσειρες.

Οι κύριες φάσεις της εργασίας της μηχανικής συγκομιδής των ζαχαρότευτλων είναι: α) η αποφύλλωση, β) η αποκορύφωση, γ) η εξαγωγή των ριζών από το έδαφος, δ) το καθάρισμα των ριζών από το χώμα και ε) η φόρτωση των ριζών στο μεταφορικό μέσο.

Η περίοδος λειτουργίας των εργοστασίων, η οποία συμπίπτει περίπου με την περίοδο συγκομιδής, ονομάζεται καμπάνια και αρχίζει συνήθως, στην Ελλάδα, περί τα μέσα Αυγούστου και λήγει το Δεκέμβριο.

Η σειρά επιλογής των αγρών που θα συγκομισθούν γίνεται με κριτήρια βιομηχανικής ωρίμανσης (νίτρο-τεστ, ζαχαρικός τίτλος, μέσο βάρος ριζών) κατόπιν δειγματοληψιών που διενεργούνται. Για το σκοπό αυτό αναλύονται δείγματα μίσχων σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό τευτλαγρών κατά την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου. Πρώτα συγκομίζονται οι πρώιμες ποικιλίες και οι καλλιέργειες που παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα νιτρικών, ενώ δίνεται χρόνος στις υπόλοιπες να μπουν με τη σειρά τους στο επιθυμητό επίπεδο αζωτοπενίας. Επιπλέον σοβαρά υπόψη λαμβάνεται η κατάσταση της φυτείας, η μηχανική σύσταση του εδάφους των αγρών και η πρόσβασή τους στο οδικό δίκτυο και η σειρά κλήρωσης των παραγωγών. Πρώτα συγκομίζονται τεύτλα προσβεβλημένα από ασθένειες και αγροί που στερούνται νερού ή εφαρμόστηκε ελλιπής λίπανση και το φύλλωμα παρουσιάζεται κιτρινωπό. Βαριάς μηχανικής σύστασης αγροί με ανεπαρκές στραγγιστικό ή οδικό δίκτυο επίσης πρέπει να συγκομίζονται έγκαιρα.

Η μεταφορά των ριζών γίνεται κυρίως οδικώς. Μόνο μικρό ποσοστό της ολικής παραγωγής διακινείται σιδηροδρομικώς μέσω ειδικών κέντρων συγκέντρωσης (Παπακώστα - Τασοπούλου 2002).

Επειδή τα ζαχαρούργεα δεν μπορούν να επεξεργαστούν όλη την προσφερόμενη ποσότητα, ιδίως σήμερα που με τη μηχανοσυλλογή έχει συντομευτεί η περίοδος συγκομιδής, αναγκάζονται να καταφύγουν στην αποθήκευση των τεύτλων (Στρουθόπουλος 1995). Η αποθήκευση ριζών ζαχαρότευτλων γίνεται το φθινόπωρο (μετά τον Οκτώβριο) όταν οι θερμοκρασίες του αέρα και του εδάφους είναι σχετικά χαμηλές. Η αποθήκευση γίνεται στα σιλό και στους ελεύθερους χώρους των ζαχαρουργείων και στους αγρούς των παραγωγών. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρείται μείωση της ζαχαρόζης λόγω του ότι οι ρίζες είναι ζωντανοί ιστοί και τα κύτταρά τους μεταβολίζουν τη ζαχαρόζη με την αναπνοή (Wyse και Dexter 1971). Οι άριστες συνθήκες που πρέπει να επικρατούν κατά την αποθήκευση είναι θερμοκρασία 4-6 °C και σχετική υγρασία 95-98% (Bugbee 1993).

## **1.11 Εχθροί και Ασθένειες**

Στην Ελλάδα εμφανίζεται μεγάλη ποικιλία παρασίτων και παθογόνων στα τεύτλα και ισχυρότερη ένταση προσβολών σε σύγκριση με τις χώρες της λοιπής Ευρώπης. Παρακάτω αναφέρονται τα σπουδαιότερα για τα σημερινά δεδομένα, φυτικά και ζωικά παράσιτα, οι ζημίες που προκαλούν και οι τρόποι αντιμετώπισής τους. Σημειώνεται ότι η Ε.Β.Ζ. προκειμένου να ελέγχει αποτελεσματικά την ποιότητα των τεύτλων που προμηθεύεται από τους παραγωγούς, αναλαμβάνει τη διενέργεια των απαραίτητων ψεκασμών για τη φυτοπροστασία.

### **1.11.1 Ασθένειες**

Ως σοβαρότερες βιοτικές ασθένειες αναφέρονται οι παρακάτω (Ε.Β.Ζ. 1982, APS PRESS 1991, Asher 1993, Duffus and Ruppel 1993, Ιωαννίδης 1997).

#### α) Μυκητολογικές

1) Η κυριότερη μυκητολογική ασθένεια στην Ελλάδα είναι η **κερκοσπορίωση** που προκαλείται από το μύκητα *Cercospora beticola*.

2) **Ωίδιο**. Προκαλείται από το μύκητα *Erysiphe betae*.

3) **Τήξεις φυταρίων**. Προκαλούνται από μύκητες όπως των γενών *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Fusarium*, *Aphanomyces* κ.ά.

4) Λιγότερο σοβαρές ασθένειες είναι ο **περονόσπορος** (*Peronospora farinosa*) και η **σκωρίαση** (*Uromyces betae*), καθώς και η **φουζαρίωση** (*Fusarium spp.*) και η **βερτισιλλίωση** (*Verticillium spp.*).

#### β) Ιώσεις

1) **Ριζομανία** (Beet Necrotic Yellow Virus).

2) **Ιολογικός ίκτερος** (beet yellows).

#### γ) Βακτηριώσεις

1) **Μαλακή σήψη ή υγρή σήψη**. (Wet root rot, soft rot). Ασθένεια που μπορεί να οφείλεται σε βακτήρια ή σε μύκητες.

2) **Καρκίνος των τεύτλων** (Grown Gall). Προκαλείται από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*.

3) **Ξανθομονάς**. Προκαλείται από το βακτήριο *Xanthomonas beticola*.

4) **Βακτηριακή κηλίδωση** (Bacterial blight). Προκαλείται από το βακτήριο *Pseudomonas aptata*.

### 1.11.2 Ζωικά παράσιτα

Αναφέρονται εχθροί των τεύτλων, που ανήκουν κυρίως στα έντομα και λιγότερο στα ακάρεα και νηματώδεις. Διακρίνονται αναλόγως του φυτικού μέρους που προσβάλλουν και του σταδίου προσβολής, σε ζωικούς εχθρούς εδάφους (ριζών), φυλλώματος και φυταρίων (E.B.Z. 1982, APS PRESS 1991, Cooke 1993, Στρουθόπουλος 1995, Ιωαννίδης 1997).

#### α) Ζωικά παράσιτα εδάφους

1) Στο σπόρο που φυτρώνει και στα νεαρά φυτά προκαλούν ζημιές τα έντομα **σιδεροσκώληκες**, **αγρότιδες**, **γρυλλοτάλη** κ.ά.

## 2) Νηματώδεις.

### β) Ζωικά παράσιτα φυλλώματος

- 1) Άλτης (*Chaetocnema spp.*).
- 2) Κασσίδα (*Cassida spp.*).
- 3) Φθοριμαία (*Phthorimaea ocellatella*).
- 4) Αφίδες.
- 5) Λίξος (*Lixus spp.*).
- 6) Κάμπιες φυλλώματος.
- 7) Τετράνυχος.

### γ) Ζωικά παράσιτα φυταρίων

Προσβάλλουν, κατά το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη, τα τεύτλα κάτω από το έδαφος (σιδηροσκώληκες) ή το λαιμό (αγρότιδες) ή τις κοτυληδόνες και τα πρώτα ζεύγη μόνιμων φύλλων (άλτης, κλεονός, τανύμεκος κ.ά.) προκαλώντας ζημιές που μπορεί να καταστρέψουν ολόκληρη τη φυτεία.

- 1) Κλεονός (*Bothynoderes punctiventris*).
- 2) Τανύμεκος (*Tanymecus dilaticollis*)

## *Κεφάλαιο 2ο.*

### **2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ**

#### **2.1 Γενικά – Ιστορική εξέλιξη**

Η στάγδην άρδευση, επιφανειακή ή υπόγεια, ανήκει στις μεθόδους τοπικής ή μερικής άρδευσης. Έτσι χαρακτηρίζονται οι μέθοδοι που χορηγούν το νερό απευθείας στη ζώνη της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και μόνο εκεί, σε αντίθεση με τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους που χορηγούν το νερό σε όλη (κατάκλιση, καταιονισμός) ή σχεδόν σε όλη (αυλάκια) την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια.

Η στάγδην άρδευση μπορεί να αποτελέσει μεγάλο πλεονέκτημα για την αποτελεσματική χρήση του νερού. Ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα στάγδην άρδευσης ή υπόγειας στάγδην άρδευσης, δεν έχει απώλειες νερού εξαιτίας της υπερχειλίσης, καθίζησης, ή της εξάτμισης. Ο σχεδιασμός της άρδευσης μπορεί να χειριστεί με ακρίβεια, ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες της καλλιέργειας, παρέχοντας τόσο αυξημένες αποδόσεις όσο και καλύτερη ποιότητα της καλλιέργειας.

Η μέθοδος της άρδευσης με σταγόνες ή στάγδην άρδευσης (drip ή trickle irrigation), έχει παρουσιάσει τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα μία αυξανόμενη τάση εφαρμογής. Η μέθοδος συνίσταται στην εφαρμογή νερού υπό μορφή σταγόνων στην περιοχή του ριζοστρώματος των φυτών με τη βοήθεια ειδικών σταλακτήρων, (drippers ή emitters), που είναι τοποθετημένοι σε ορισμένες αποστάσεις επάνω σε σωλήνες από πολυαιθυλένιο, πολύ μικρής διαμέτρου οι οποίοι είναι απλωμένοι στο έδαφος κατά μήκος των γραμμών φύτευσης των φυτών (Σακελλαρίου 2003).

Η μέθοδος είναι σχετικά πρόσφατη και πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται σωστά. Ιδιαίτερα, η μέθοδος προσφέρεται για περιπτώσεις που η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι πολύ μικρή, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εφαρμοσθούν άλλες μέθοδοι άρδευσης. Αρχικά, εφαρμόστηκε για την άρδευση λαχανικών, οπωρώνων και αμπελώνων αλλά στη συνέχεια επεκτάθηκε στην άρδευση των περισσότερων γραμμικών καλλιεργειών (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου 1997).

Η πίεση του νερού στους σταλακτήρες είναι 0,2 ~ 2 ατμόσφαιρες και η παροχή τους πολύ μικρή γύρω στα 1-10 l/h/σταλακτήρα. Στο νερό πολλές φορές προσθέτονται λιπάσματα ή φάρμακα, η δε πίεσή του εξασφαλίζεται από κάποια αντλία ή σπανιότερα από δεξαμενή τοποθετημένη στο υψηλότερο τμήμα του αγρού. Τα ποτίσματα γίνονται με πολύ μικρή παροχή ανά σταλακτήρα έτσι ώστε να μην έχουμε επιφανειακό λίμνασμα ή απορροή και με μεγάλη συχνότητα ώστε να διατηρείται η τάση του νερού στο έδαφος σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Σακελλαρίου 2003).

Συχνά οι καλλιεργητές και οι επιστήμονες της άρδευσης αναφέρονται στην “υπόγεια στάγδην άρδευση”. Όταν ο σταλάζων σωλήνας μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, γίνεται λιγότερο επιρρεπής στη φθορά κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ή του ξεχορταριάσματος. Έτσι η χρήση του νερού μπορεί να είναι περισσότερο αποτελεσματική με την υπόγεια στάγδην άρδευση, γιατί μπορεί να αποφύγει τις απώλειες νερού σε εξάτμιση και υπερχειλίση, ενώ παράλληλα έχει την ικανότητα διαβροχής του εδάφους κάτω από τη ριζική ζώνη.

Τα χημικά καλλιεργητικά μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιηθούν σε υπόγεια άρδευση. Καθώς μόνο η ριζική ζώνη της καλλιέργειας υπόκειται σε άρδευση το άζωτο του εδάφους υφίσταται μικρότερες απώλειες με την απορροή του νερού και έτσι μικρότερη ποσότητα αζώτου, έχει σχεδόν το ίδιο αποτέλεσμα. Επίσης στα εντομοκτόνα που φέρουν την ένδειξη “για εφαρμογή μόνο σε στάγδην άρδευση” απαιτείται μικρότερη ποσότητα εντομοκτόνου για τον έλεγχο των εντόμων.

Έτσι με όλα τα δυνητικά πλεονεκτήματα της στάγδην άρδευσης, η αναγωγή σε στάγδην άρδευση ενός ήδη υπάρχοντος συστήματος άρδευσης μπορεί να αυξήσει το κόστος παραγωγής, γι’ αυτό θα πρέπει να υπάρχει ένα σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα για τους καλλιεργητές, ώστε να επιλέξουν τη στάγδην άρδευση.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση είναι μια εναλλακτική μορφή της συμβατικής επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Τα λάστιχα είναι τοποθετημένα σε ορισμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο εξαρτάται από τις καλλιεργητικές πρακτικές και από την καλλιέργεια που πρόκειται να αρδευτεί. Η υπόγεια στάγδην άρδευση είναι πιθανόν η πιο παλιά από τα μοντέρνα συστήματα άρδευσης. Ο Phene et al. (1983, 1993) αναφέρουν ότι στην Αμερική, το 1913, καλλιεργούνταν μήλα, μηδική και δημητριακά με τη χρήση υπόγειων πορωδών σωλήνων. Ακόμη

αναφέρουν ότι επειδή η μέθοδος ήταν ακριβή για μικρές καλλιέργειες η χρήση της συνιστούνταν μόνο σε εντατικές καλλιέργειες.

Ιστορικά, θα μπορούσε να πει κανείς, ότι η πρώτη παρατήρηση των πλεονεκτημάτων της άρδευσης με μικρές παροχές έγινε το 1860 στη Γερμανία, όταν οι γεωργοί χρησιμοποιούσαν ένα στραγγιστικό σύστημα από πηλοσωλήνες με ανοιχτούς αρμούς για άρδευση και στράγγιση ταυτόχρονα. Η απόδοση των καλλιεργειών στην περιοχή αυξήθηκε σημαντικά.

Το 1930 στην Αυστραλία οι παραγωγοί έχοντας στη διάθεσή τους πολύ μικρές ποσότητες νερού για άρδευση, κατασκεύασαν ένα σύστημα από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου 5 cm, στους οποίους άνοιξαν οπές για την έξοδο του νερού, με σκοπό να ποτίσουν φιστικιές.

Το 1930 ένας Ισραηλινός μηχανικός ο Symeh Blass, παρατήρησε ότι δίπλα σε μία κάνουλα που είχε διαρροή, η ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγαλύτερη. Έτσι στη αρχή κατασκεύασε ένα υπόγειο σύστημα αγωγών στο οποίο ενσωμάτωσε διόδους νερού τύπου σπινάλ, αρκετού μήκους. Η τεχνική αυτή αργότερα βελτιώθηκε από τον ίδιο και από άλλους κατασκευαστές, ιδίως μετά την εμφάνιση των πλαστικών σωλήνων, οπότε η τοποθέτηση των συστημάτων άρδευσης γινόταν στην επιφάνεια του εδάφους και τα δίκτυα ήταν μόνιμα.

Το 1960 πειραματιστές στο Ισραήλ σημείωσαν θεαματική επιτυχία όταν εφάρμοσαν τη μέθοδο στις ερήμους Negev και Arava. Στις περιοχές αυτές οι αγροί είχαν υποβαθμιστεί με την άρδευση με αυλάκια και τον καταιονισμό. Η κύρια αιτία ήταν ότι το νερό περιείχε άλατα. Στη στάγδην άρδευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό υψηλότερης αλατότητας από την επιτρεπτή σε άλλες μεθόδους άρδευσης. Οι συνθήκες για την ανάπτυξη της γεωργίας στις ερήμους, ως γνωστό, δεν είναι ευνοϊκές. Το νερό είναι γεμάτο άλατα, οι θερμοκρασίες υψηλές, η σχετική πίεση μικρή, το έδαφος είναι αμμώδες. Σ' αυτές τις συνθήκες όμως η στάγδην άρδευση έφερε σημαντική βελτίωση στην ανάπτυξη των φυτών και στην αύξηση των αποδόσεων. Για παράδειγμα στην έρημο Arava οι αποδόσεις της χειμερινής τομάτας έφθασαν από 35,8 τόνους ανά εκτάριο (άρδευση με καταιονισμό), σε 58,3 τόνους ανά εκτάριο με στάγδην άρδευση.

Το 1976 η μέθοδος με σταγόνες σημείωσε μεγαλύτερη πρόοδο στο Ισραήλ, χάριν στη μελέτη της από τον Goldberg και τους συνεργάτες του.

Στις Η.Π.Α η στάγδην άρδευση αναφέρεται για πρώτη φορά κατά τους Dasberg & Bresler, στην εργασία του Reuther (1944), ο οποίος πρόσεξε τα σημαντικά πλεονεκτήματά της στα φοινικόδεντρα.

Η τεχνολογική της όμως ανάπτυξη επιτεύχθηκε μόνο με την “πλαστική επανάσταση” μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, οπότε και εμφανίστηκαν οι πλαστικοί σωλήνες στην αγορά. Στη αρχή τα δίκτυα τοποθετήθηκαν υπό το έδαφος, αλλά ένεκα της συχνής απόφραξής τους από το ριζικό σύστημα των φυτών μετακινήθηκαν στην επιφάνεια του εδάφους. Έτσι άρχισε να εφαρμόζεται σε θερμοκήπια τομάτας στην Αγγλία το 1945-1948, όπου εχορηγείτο νερό στα φυτά διαμέσου σταλακτήρων βιδωτού τύπου, παροχής 1 – 2 l/h ή διαμέσου πολύ λεπτών σωληνίσκων διαμέτρου 1 mm (σύστημα Volmatic στη Δανία). Η χρησιμοποίηση σπειροειδών σταλακτήρων από τον Blass στο αρχικό του σύστημα, είχε σκοπό αφενός την αποφυγή απόφραξης και αφετέρου τη μείωση της πίεσης του νερού λόγω της επιμήκυνσης της διαδρομής του.

Η στάγδην άρδευση εφαρμόζεται σε ποικίλα εδάφη κάτω από ποικιλόμορφες τοπογραφικές συνθήκες, έτσι ώστε η σχεδίαση ενός συστήματος, με σκοπό να διατηρεί ομοιόμορφη παροχή, να έγκειται στην εμπειρία και ικανότητα του υδραυλικού μηχανικού,

Επειδή όμως η εγκατάσταση ενός δικτύου εξαρτάται και από την καλλιέργεια που θα αρδεύσει και από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες η καλλιέργεια αναπτύσσεται, είναι αναγκαία η συνεργασία με τους γεωπόνους.

Αρκετές μελέτες έχουν γίνει για τον προσδιορισμό των εξισώσεων που καθορίζουν το ποσοστό του νερού που καταναλώνεται από τα φυτά. Οι παράγοντες που υπεισέρχονται σ’ αυτές τις εξισώσεις περιλαμβάνουν τη φύση της εξατμίζουσας επιφάνειας του εδάφους, την επίδραση του ανέμου, της θερμοκρασίας, την ποιότητα του νερού και το ποσό της διαθέσιμης ενέργειας. Όταν προσδιορισθεί αυτό το ποσοστό του νερού, συμπεριλαμβανομένου και του νερού που απαιτείται για την έκπλυση των αλάτων του εδάφους, είναι δυνατόν στη συνέχεια να προσδιορισθεί το νερό που θα διοχετευθεί στην καλλιέργεια, διαμέσου των σταλακτήρων.

Το νερό κινείται κάτω από το έδαφος δημιουργώντας μια υγρή ζώνη γύρω από το ριζικό σύστημα. Το μέγεθος και το σχήμα της ποικίλλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το ρυθμό με τον οποίο το φυτό προσλαμβάνει νερό με τις ρίζες του, τον αριθμό και τη θέση των σταλακτήρων ανά φυτό. Από τους μεγαλύτερους πόρους του εδάφους το νερό της άρδευσης κινείται προς τα κάτω με τη βαρύτητα, ενώ από τους μικρότερους πόρους απλώνεται προς όλες τις διευθύνσεις με τα τριχοειδή. Γενικά, το σχήμα του εδαφικού όγκου που διαβρέχει κάθε σταλακτήρας είναι από λίγο έως πολύ ακανόνιστο και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που είναι: μηχανική σύσταση του εδάφους, πορώδες, καλλιεργητική



κατάσταση, συμπίεση, παρουσία ή όχι λίθων, παρουσία ή όχι εδαφικών στρώσεων, κλίση, παροχή σταλακτήρων, ισαποχή σταλακτήρων μεταξύ τους κ.ά. (Γιακουμάκης 1985).

Η άρδευση με σταγόνες κερδίζει συνεχώς όλο και περισσότερο έδαφος στην εφαρμογή της σε βάρος της τεχνητής βροχής και της επιφανειακής άρδευσης, η οποία περιορίζεται ακόμη περισσότερο εφαρμοζόμενη μόνο σε καλλιέργειες που δεν μπορούν να ποτιστούν με άλλο τρόπο. Στη χώρα μας η μέθοδος χρησιμοποιείται σε όλα σχεδόν τα διαμερίσματά της και ιδιαίτερα στην Κρήτη. Στην αρχή επεκτάθηκε στα θερμοκήπια ή σε εξαιρετικά αποδοτικές καλλιέργειες, αλλά λόγω της μείωσης του κόστους εξαιτίας της βιομηχανικής παραγωγής των σωληνώσεων και των διαφόρων εξαρτημάτων της, εφαρμόζεται και σε άλλες καλλιέργειες όπως αμπέλια, εσπεριδοειδή, ελαιώνες, λαχανικά (Σακελλαρίου 2003).

Στα ζαχαρότευτλα οι σταλακτοφόροι σωλήνες τοποθετούνται ανά δύο γραμμές ζαχαρότευτλων (απόσταση μεταξύ τους περίπου 1 m). Η παροχή των σταλακτήρων και η απόστασή τους επί του σταλακτοφόρου σωλήνα πρέπει να είναι ανάλογες με τον τύπο του εδάφους. Στα ελαφρά εδάφη για παράδειγμα η τοποθέτηση των σταλακτήρων πρέπει να είναι πυκνότερη λόγω της πιο κατακόρυφης εντός του εδάφους κίνησης του νερού και της στενότερης πλάγιας διαβροχής. Η τροφοδοσία με νερό άρδευσης γίνεται αποκλειστικά από γεωτρήσεις (Παπακώστα – Τασοπούλου 2002).

Η μικρή απαίτηση της μεθόδου σε εργατικά ημερομίσθια τα οποία έχουν σημειώσει μεγάλη άνοδο και οι υψηλές αποδόσεις των καλλιεργειών όπου χρησιμοποιείται, τείνουν να καλύψουν το υψηλό κόστος της εγκατάστασής και συντελούν στην περαιτέρω εξάπλωσή της (Σακελλαρίου 2003).

Τα ζαχαρότευτλα είναι μια από τις πιο ανθεκτικές καλλιέργειες στην ξηρασία και στην αλατότητα του εδάφους και αυτό οφείλεται στη μεγάλη περίοδο αύξησης που έχουν, και η οποία δεν εμφανίζει ευαισθησία κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας, καθώς επίσης και στο βαθύ ριζικό σύστημα της καλλιέργειας και στην ικανότητά του να χρησιμοποιεί την οσμωτική πίεση (Dunham 1993). Ο Amaducci et al. (1989), μελέτησαν την αντίδραση της απόδοσης των ζαχαρότευτλων στην άρδευση στη Νότια και Δυτική Ιταλία. Σύμφωνα με τη μελέτη, η άρδευση μείωσε το περιεχόμενο ζάχαρης και αύξησε τη ριζική μάζα κάτι που είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής απόδοσης.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση των ζαχαρότευτλων εξακολουθεί να μελετάται στην Ελλάδα. Εκτός από την έρευνα που διεξάγει η Ε.Β.Ζ. Α.Ε. για την επίδραση της

στάγδην άρδευσης στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας ζαχαρότευτλων, στην Ελλάδα έχουν ασχοληθεί και οι Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη κ.ά. (1998, 1999, 2000) και Ντιούδης κ.ά. (2000, 2003) μελετώντας διαφορετικές διατάξεις σταλακτηφόρων αγωγών.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση δεν έχει εφαρμοστεί στην Ελλάδα ακόμη, παρόλο που σε πολλές χώρες, παρά το γεγονός ότι το νερό άρδευσης βρίσκεται σε έλλειμμα, έχει γίνει μια αποδεκτή και εφαρμόσιμη μέθοδος άρδευσης.

## 2.2 Περιγραφή του συστήματος στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τη μονάδα ελέγχου ή κεφαλή, το δίκτυο μεταφοράς, το δίκτυο εφαρμογής και από τους σταλακτήρες.

Η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου συνδέεται με την υδροληψία ή το αντλητικό συγκρότημα.

Αποτελείται από διάφορα μέρη. Τα μέρη αυτά είναι: ένα υδρόμετρο που καταγράφει την ποσότητα νερού που ξοδεύεται για τη χρέωση και μπορεί να ρυθμιστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε το συγκρότημα να διακόπτει την παροχή ύστερα από τη διέλευση της επιθυμητής ποσότητας νερού.

Μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης ανάλογα με την καθαρότητα του νερού μηχανισμοί για τη συγκράτηση φερτών υλών μεγαλύτερου ειδικού βάρους από το νερό (υδροκυκλώνας) ή φίλτρα για τη συγκράτηση ελαφρύτερων υλικών (φίλτρα χαλικιών ή σίτας) ώστε να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Κάτι ανάλογο με τα φίλτρα σίτας είναι και τα φίλτρα δίσκων. Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού και χρειάζονται καθαρίσμα γιατί βουλώνουν. Καλό είναι να υπάρχουν μετρητές πιέσεων πριν και μετά το φίλτρο ώστε να εκτιμάται μέχρι ποιου σημείου το φίλτρο έχει βουλώσει. Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν και φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα.

Η κεφαλή μπορεί να είναι εφοδιασμένη και με δοχείο λίπανσης μέσα στο οποίο τοποθετείται η ποσότητα του λιπάσματος, από το οποίο το νερό που περνάει μέσα από το δίκτυο παίρνει την επιθυμητή ποσότητα λιπάσματος. Ο τρόπος αυτός λέγεται υδρολίπανση και έχει το πλεονέκτημα ότι γίνεται οικονομία σε ποσότητα λιπάσματος που διατίθεται στα φυτά και οικονομία σε εργατικά χέρια.

Η σύνδεση του υδρολιπαντήρα γίνεται στον κύριο αγωγό με δύο σωληνώσεις εισαγωγής-εξαγωγής. Η εισαγωγή του λιπάσματος στον κύριο αγωγό γίνεται ή με διαφορετική πίεση ή με άντληση. Κατά την πρώτη μέθοδο μεταξύ των σωληνώσεων εισαγωγής-εξαγωγής επάνω στον κύριο αγωγό υπάρχει βάννα στραγγαλισμού της παροχής η οποία βοηθάει το στραγγαλισμό της παροχής και δημιουργεί μία διαφορά της τάξης  $\frac{1}{2}$  atm έτσι ώστε με ευκολία να περνάει το νερό μέσα από το δοχείο και να διαλυτοποιεί το λίπασμα. Τη θέση της βάννας μπορεί να αντικαταστήσει ένας σωλήνας venturi. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλα τα λιπάσματα δεν είναι κατάλληλα λόγω περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό. Επίσης μπορεί στο διάλυμα να χρησιμοποιηθούν και ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα ή νηματοκτόνα φάρμακα (Σακελλαρίου 2003).

Η έναρξη εφαρμογής του λιπάσματος πρέπει να γίνεται αφού πρώτα αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία του αρδευτικού δικτύου, κάτι που επιτυγχάνεται μετά από κάποιο χρόνο από την έναρξη της άρδευσης. Ακόμη, η λίπανση πρέπει να διακόπτεται κάποιο χρόνο πριν το τέλος της άρδευσης ώστε, κατά τον εναπομείναντα χρόνο, να επιτυγχάνεται η πλήρης απομάκρυνση από το δίκτυο των υπολειμμάτων του λιπάσματος. Μια καλή πρακτική είναι η χορήγηση του λιπάσματος να αρχίσει μισή τουλάχιστον ώρα μετά την έναρξη της άρδευσης και να διακόπτεται μια ώρα πριν το τέλος της (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου 1997).

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους και τους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι κύριοι μεταφέρουν το νερό από την πηγή του στους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι κύριοι είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE) ή άκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) ή γαλβανισμένο ατσάλι. Οι δευτερεύοντες είναι από πολυαιθυλένιο ή άκαμπτο ή εύκαμπτο PVC. Οι δευτερεύοντες αγωγοί μεταφέρουν το νερό από τους κύριους αγωγούς στους αγωγούς εφαρμογής. Το δίκτυο μεταφοράς μπορεί να είναι υπέργειο (PE) ή υπόγειο (PVC). Στη δεύτερη περίπτωση η μετακίνηση των γεωργικών μηχανημάτων είναι ευκολότερη.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από αγωγούς μικρότερης εξωτερικής διαμέτρου (12-32 mm). Μεταφέρουν το νερό από τους δευτερεύοντες αγωγούς στους σταλακτήρες. Είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο ή εύκαμπτο PVC. Πρέπει να είναι μη διαβρώσιμοι, ανθεκτικοί στην ηλιακή ενέργεια και στη θερμοκρασία και εύχρηστοι. Αντέχουν σε πίεση 4-6 atm. Είναι μαύρου χρώματος για να εμποδίζουν τη διέλευση του φωτός προς ανάπτυξη μικροοργανισμών. Είναι κάθετοι προς τους δευτερεύοντες και παράλληλοι προς τις ισοϋψείς στα εδάφη με

κλίση. Είναι υπέργειοι ή μπορεί να κρεμαστούν σε ύψος 30-50 cm στις περιπτώσεις που αρδεύουν δενδρόνες σε σχήμα παλμέτας.

Οι σταλακτήρες τοποθετούνται είτε εν σειρά είτε σε σύνδεση επί της γραμμής εφαρμογής. Στην πρώτη περίπτωση ο σταλακτήρας συνδέει δύο τμήματα σωλήνα ίσα με την απόσταση μεταξύ των σταλακτάρων, η θέση των σταλακτάρων δεν μπορεί να αλλάξει και οι σταλακτήρες είναι ορισμένου τύπου (με μακρύ διάδρομο διαδρομής). Στη δεύτερη περίπτωση οι σταλακτήρες τοποθετούνται με διάτρηση επί του αγωγού μεταφοράς. Οι σταλακτήρες μπορούν να μετακινούνται κατά βούληση και είναι ή σταλακτήρες με επιστόμιο, με διάφραγμα ή τύποι με μακρύ διάδρομο ροής.

Οι αγωγοί εφαρμογής τοποθετούνται με διάφορους τρόπους όπως π.χ. απλή ευθεία, διπλή ευθεία, απλή ευθεία με σταλακτήρα πολλαπλής εξόδου, ζικ-ζακ, μικτή ευθεία-κυκλική (Σακελλαρίου 2003).

Ο τρόπος διάταξης της γραμμής εφαρμογής εξαρτάται από τις αποστάσεις φύτευσης, το έδαφος, το ποσοστό του εδάφους που πρέπει να διαβραχεί, το κόστος (Παπαζαφειρίου 1984).

Πολλές φορές η πίεση κυμαίνεται λόγω του ανάγλυφου του αγρού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις τοποθετούνται ρυθμιστές πίεσης οι οποίοι μειώνουν μία υψηλότερη της επιθυμητής πίεσης εισόδου και διατηρούν μία σταθερή προκαθορισμένη πίεση εξόδου.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το βασικό στοιχείο της άρδευσης με σταγόνες. Συνδέονται με το δίκτυο εφαρμογής και διοχετεύουν το νερό υπό μορφή σταγόνων στο έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμηδένιση της πίεσης του νερού που ρέει στον αγωγό εφαρμογής λόγω των απωλειών ενέργειας κατά τη διέλευσή του από το σταλακτήρα. Οι παροχές των σταλακτάρων κυμαίνονται από 1-10 l/h σε πίεση 0,2-2 atm.

Κατασκευάζονται από σκληρή πλαστική ύλη, συνήθως από πολυπροπυλένιο, είναι μαύρου χρώματος και διαφόρου σχήματος ή μεγέθους. Στην αγορά συναντώνται σε διάφορους τύπους, καθένας με τις δικές του ιδιότητες. Οποιοδήποτε τύπου και αν είναι πρέπει να παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (Παπαζαφειρίου 1985):

- Να εξασφαλίζουν σταθερή και ομοιόμορφη παροχή η οποία να μη μεταβάλλεται σημαντικά από περιορισμένες μεταβολές πίεσης στον αγωγό εφαρμογής.

- Να μην εμφράζονται εύκολα. Αυτό περιορίζεται αν η διατομή εκροής του νερού είναι σχετικά μεγάλη.
- Να έχουν χαμηλό κόστος.
- Να τοποθετούνται εύκολα στις γραμμές άρδευσης.

Κάθε σταλακτήρας αποτελείται από το σώμα του που περιλαμβάνει το μηχανισμό της πτώσης πίεσης και το συνδετήρα με τον αγωγό με την παρεμβολή του στο σωλήνα.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το 1/3 του συνολικού κόστους ενός συστήματος άρδευσης με σταγόνες (Σακελλαρίου 2003).

Οι σταλακτήρες, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες. Έτσι, ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικώς στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή. Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι αυτορυθμιζόμενοι που διατηρούν σταθερή παροχή ανεξάρτητα από το φορτίο με κάποιο μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους και μη αυτοκαθαριζόμενους. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτοκαθαριζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου 1997).

### 2.3 Πλεονεκτήματα της στάγδην άρδευσης

Στα συστήματα επιφανειακής άρδευσης και άρδευσης με καταιονισμό, το νερό εφαρμόζεται ανά σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα ανάμεσα στις αρδεύσεις η εξατμισοδιαπνοή και η απορρόφηση του νερού από τα φυτά να δημιουργεί υδατικό έλλειμμα.

Κατά την άρδευση με σταγόνες το νερό εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες και υψηλές συχνότητες μόνο σε ένα ορισμένο ποσοστό της επιφάνειας του αγρού. Επίσης άλλα κριτήρια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους είναι η συνολική ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού, το ποσοστό που εφαρμόζεται ανά μονάδα διαβρεχόμενης επιφάνειας, το νερό που χρησιμοποιείται από τα φυτά και η απόδοση του αγρού. Ειδικότερα, τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι τα παρακάτω:

1. Πιο αποτελεσματική χρήση του νερού. Το σύστημα της στάγδην άρδευσης μπορεί να εφαρμοστεί σε αγρούς με περίεργους σχηματισμούς και ανώμαλη τοπογραφία. Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά όταν τα άλλα συστήματα άρδευσης αποτυγχάνουν, γιατί μέρη του αγρού παρουσιάζουν υπερβολική διήθηση, σχηματίζονται λασπόλακκοι στο έδαφος ή το νερό υπερχειλίζει.

Σε καλλιέργεια τομάτας το κέρδος από την εφαρμογή υπόγειας στάγδην άρδευσης προκύπτει από το αυξανόμενο εισόδημα, λόγω μεγαλύτερης παραγωγής και την ετήσια μείωση του κόστους των παραδοσιακών καλλιεργητικών και ενεργειακών δαπανών, συγκρινόμενο με την άρδευση με καταιονισμό (Hanson et al. 2004).

2. Έλεγχος. Επειδή η άρδευση με σταγόνες γίνεται διαμέσου ενός σταθερού συστήματος αγωγών, είναι ευκολότερος ο έλεγχος του νερού που δίδεται σε κάθε άρδευση. Δεν υπάρχουν διακοπές των αρδεύσεων λόγω ανέμου όπως συμβαίνει στον καταιονισμό.

3. Διατήρηση μικρών αρνητικών πιέσεων στο έδαφος. Η υγρασία στο έδαφος κατά την εφαρμογή της άρδευσης με σταγόνες παραμένει σχεδόν σταθερή διότι το νερό διοχετεύεται σε μικρές ποσότητες και πολύ συχνά. Έτσι η αρνητική πίεση του νερού στο έδαφος (η δύναμη με την οποία το νερό συγκρατείται από το έδαφος), παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Η καλύτερη υγρασία για τα φυτά θεωρείται η υδατοϊκανότητα, δηλαδή η υγρασία που παραμένει στο έδαφος αφού απομακρυνθεί με τη στράγγιση το νερό της βαρύτητας, οπότε η αρνητική πίεση κυμαίνεται από 0 έως 3 ατμόσφαιρες.

Με τη στάγδην άρδευση ο παραγωγός μπορεί να ρυθμίσει την παροχή έτσι ώστε η υγρασία να βρίσκεται διαρκώς σ' αυτά τα επίπεδα. Έτσι τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς stress σε ένα ιδανικό περιβάλλον υγρασίας.

Με τις άλλες μεθόδους άρδευσης στα διαστήματα ανάμεσα στις αρδεύσεις το νερό χάνεται με την εξατμισοδιαπνοή και εκείνο που παραμένει στο έδαφος συγκρατείται με τέτοιες δυνάμεις (μεγάλες αρνητικές πιέσεις), ώστε δύσκολα τα φυτά μπορούν να το παραλάβουν. Εάν δε κάποια άρδευση καθυστερήσει αδικαιολόγητα οι συνέπειες που δημιουργούνται στα φυτά από το stress που θα υποστούν είναι δυσμενείς στην ανάπτυξη και απόδοσή τους.

4. Πρωίμηση της παραγωγής. Ένα από τα ευνοϊκότερα αποτελέσματα της έλλειψης stress στα φυτά με την άρδευση με σταγόνες είναι ότι αναπτύσσονται ομοιόμορφα και φθάνουν έτσι στην ωρίμανση νωρίτερα από εκείνα που ποτίζονται με άλλες μεθόδους. Έτσι επιτυγχάνεται και πρωίμηση και αύξηση των αποδόσεων. Μία

πρώιμη συγκομιδή πωλείται σε υψηλότερες τιμές, συνδυαζόμενη δε και με υψηλές αποδόσεις οι οποίες επιτυγχάνονται λόγω της ομοιόμορφης ανάπτυξης, μπορεί να δώσει το υψηλότερο επιθυμητό οικονομικό αποτέλεσμα (Σακελλαρίου 2003).

5. Οικονομία νερού. Το σύστημα παρουσιάζει το μικρότερο βαθμό απωλειών τόσο κατά τη μεταφορά του νερού όσο και κατά την εφαρμογή του. Η εξοικονόμηση νερού είναι κατά 25% μεγαλύτερη από την άρδευση με καταιονισμό και 50% από τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης (Κων/νίδης 1985). Σ' αυτό συντελεί η μείωση των απωλειών από επιφανειακή απορροή (γιατί η παροχή των σταλακτήρων είναι μικρότερη της διήθησης) και από βαθιά διήθηση.

6. Οικονομικά και ενεργειακά οφέλη. Το κόστος εγκατάστασης ενός σταθερού συστήματος άρδευσης με σταγόνες συνήθως είναι υψηλότερο από τις άλλες μεθόδους. Αυτό είναι οπωσδήποτε ένα μειονέκτημα της μεθόδου το οποίο όμως αντισταθμίζεται από το κόστος άντλησης και το κόστος της εργασίας που είναι χαμηλότερα. Επειδή όμως η οικονομική σύγκριση δυσχεραίνεται λόγω της συνεχούς μεταβολής των τιμών ο Batty et al (1975) σύγκριναν τις διαφορές στην ενεργειακή κατανάλωση για τις διάφορες μεθόδους άρδευσης, που σχεδιάστηκαν για φάρμα 64 ha.

Από τη σύγκριση αυτή φαίνεται η υπεροχή της στάγδην άρδευσης ως προς την κατανάλωση ενέργειας άντλησης έναντι του καταιονισμού. Στο προτέρημα αυτό προστίθεται και ο μεγάλος βαθμός απόδοσης κατά την άρδευση με σταγόνες. Μεγαλύτερη κατανάλωση εργασίας γίνεται στην επιφανειακή και στην άρδευση με φορητό καταιονισμό. Μελέτες σύγκρισης μεταξύ στάγδην και άρδευσης με μετακινούμενο κανόνι βροχής για συμπληρωματικές αρδεύσεις σε οπωρώνες, έδειξαν όμοιο κόστος στην εργασία, αλλά οι συνολικές δαπάνες νερού, εγκατάσταση και άντληση ήταν λιγότερες από τις μισές δαπάνες για την άρδευση με κανόνι βροχής.

7. Το σύστημα στάγδην άρδευσης είναι αποτελεσματικό σε περιοχές όπου το νερό που διατίθεται για την άρδευση παρουσιάζει έλλειμμα ή είναι πολύ ακριβό, γιατί δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής στην άρδευση συγκεκριμένης ποσότητας νερού.

Έτσι οι απαιτήσεις άρδευσης όσον αφορά την καλλιέργεια του καλαμποκιού, με τη χρήση υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορούν να μειωθούν κατά 25% ή και περισσότερο (Lamm et al. 1995). Αυτό κυρίως οφείλεται στη μείωση ή εξάλειψη της εξάτμισης και της απορροής, μείωση της υπερχειλίσης που οφείλεται στην άρδευση και στη μεγαλύτερη διήθηση και υπερχειλίση του νερού σε ξηρότερες επιφάνειες του εδάφους. Σε βάθος εδάφους με καλή ικανότητα συγκράτησης νερού, μπορούν να

χρησιμοποιηθούν συστήματα στάγδην άρδευσης μικρότερης ικανότητας, ώστε να δώσουν μικρότερη ημερήσια προσαύξηση νερού.

8. Κατά την άρδευση με σταγόνες είναι δυνατόν να προστεθούν στο νερό άρδευσης λιπάσματα, διαδικασία η οποία έχει διάφορα προτερήματα έναντι των άλλων μεθόδων ως προς την οικονομία χρήματος και εργατικών χεριών. Επιπλέον η εφαρμογή των θρεπτικών ουσιών γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια διότι γίνεται απευθείας στη ζώνη διαβροχής και έτσι απορροφάται γρήγορα από τα φυτά (Σακελλαρίου 2003). Παράλληλα με τη μείωση του κόστους των λιπασμάτων μειώνονται και οι απώλειες των νιτρικών. Το σύστημα στάγδην άρδευσης δίνει το πλεονέκτημα του καλύτερου χειρισμού των θρεπτικών συστατικών στη ριζική ζώνη και της καλύτερης διανομής του νερού στο έδαφος. Εν τούτοις τα λιπάσματα πρέπει να είναι πλήρως διαλυτά προς αποφυγή απόφραξης των σταλακτήρων. Η στάγδην άρδευση ενδείκνυται ιδιαίτερα για προσθήκη φυτοφαρμάκων κατά των ασθενειών εδάφους διότι αυτά είναι πιο αποδοτικά σε μικρές δοσολογίες.

9. Αυξάνονται οι πιθανότητες χρησιμοποίησης νερού, υποβαθμισμένης ποιότητας. Μικρότερες και πιο συχνές εφαρμογές άρδευσης μπορούν να διατηρήσουν ένα πιο συνεκτικό και μικρότερο περίβλημα εδάφους, το οποίο μειώνει τους κινδύνους της αλατότητας, γιατί έτσι μειώνεται η αλατότητα στη περιοχή του ενεργού ριζοστρώματος (Al-Omran et al. 2004).

Κατά την άρδευση με υφάλμυρο νερό με τις άλλες μεθόδους, η συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος αυξάνει καθώς το έδαφος ξηραίνεται μεταξύ των διαδοχικών ποτισμάτων. Στην περίπτωση αυτή η τάση της συγκράτησης του νερού από το έδαφος αυξάνει διότι προστίθεται η οσμωτική πίεση, με συνέπεια τα φυτά να δυσκολεύονται περισσότερο να αποσπάσουν το νερό από το έδαφος. Τα άλατα διαδοχικά συσσωρεύονται με αποτέλεσμα η καλλιέργεια να εξασθενίζει.

Με τη στάγδην άρδευση η συγκέντρωση των αλάτων ελέγχεται λόγω της διαρκούς εκπλύσεως. Τα άλατα απωθούνται προς την περιφέρεια της περιβρεχόμενης περιοχής. Τα φυτά μπορούν να πάρουν νερό από το κέντρο της ζώνης διαβροχής όπου η τάση είναι χαμηλή.

Επίσης η υπόγεια στάγδην άρδευση δίνει τη δυνατότητα άρδευσης με τη χρήση υγρών αποβλήτων (Σακελλαρίου κ.ά. 2003 και 2004). Η χρήση υγρών ζωικών αποβλήτων για άρδευση με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης έχει πολλά πιθανά πλεονεκτήματα μεταξύ των οποίων και η μειωμένη ανθρώπινη επαφή με τα υγρά απόβλητα (Trooien et al. 1999).

10. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ομοιομορφία κατά την εφαρμογή του νερού.



11. Είναι δυνατόν με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος, να παραμείνουν στον αγρό αρκετά ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή κρίνει ο καλλιεργητής και χωρίς να διακόπτεται η άρδευση. Όταν δε οι σταλακτηφόροι αγωγοί τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το πλεονέκτημα αυτό είναι ακόμη πιο σημαντικό. Έτσι καλλιέργειες όπως οινοποιήσιμα σταφύλια που τείνουν προς μηχανοποίηση μπορούν να ωφεληθούν από την εφαρμογή του συστήματος στάγδην άρδευσης (Zoldoske et al. 1998).

12. Με την εφαρμογή του συστήματος στάγδην άρδευσης βελτιώνεται η υγεία των φυτών εφόσον με την στάγδην άρδευση δεν διαβρέχεται το φύλλωμα των φυτών. Το ξηρό φύλλωμα καθυστερεί την ανάπτυξη πολλών παθογόνων μικροοργανισμών στα φυτά. Η στάγδην άρδευση δεν διαβρέχει τα φύλλα και έτσι δεν εκπλύνονται τα φυτοφάρμακα από την επιφάνεια τους. Επιπλέον δεν παρατηρείται κάψιμο του υπέργειου τμήματος των φυτών από αλατούχο αρδευτικό νερό (Σακελλαρίου 2003).

Η εμφάνιση ασθενειών λόγω ζιζανίων και μυκήτων μειώνεται λόγω του μειωμένου περιεχόμενου υγρασίας του εδάφους. Επίσης σε περίπτωση εμφάνισης ζιζανίων αυτά καταπολεμούνται έγκαιρα με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αφού το ψεκαστικό μηχανήμα μπορεί εύκολα να κινηθεί οποιαδήποτε στιγμή (Hengeller 1995, Bui and Osgood 1990, Alam and Dumler 2002).

13. Μερική διαβροχή του εδάφους. Με τη στάγδην άρδευση το νερό εφαρμόζεται τοπικά στην καλλιέργεια με αποτέλεσμα μόνο ένα τμήμα του εδάφους να διαβρέχεται. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι περιορίζεται σημαντικά η εξάτμιση από το έδαφος, περιορίζεται η ανάπτυξη των ζιζανίων, διευκολύνεται η μετακίνηση στις ξηρές λωρίδες των μηχανημάτων για ψεκασμούς, συγκομιδή και άλλες καλλιεργητικές εργασίες (Σακελλαρίου 2003).

14. Παρατηρείται μεγαλύτερη και βαθύτερη ανάπτυξη των ριζών. Το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης έχει δείξει ότι ευνοεί τη ριζική ανάπτυξη σε σύγκριση με την στάγδην άρδευση, και είναι αποτελεσματική σε ένα συνεχόμενα δροσερό περιβάλλον. Εξαιτίας αυτών των φυσιολογικών διαφορών, παρατηρείται μικρότερη αναπνοή του ριζικού συστήματος σε φυτά που έχουν καλλιεργηθεί με υπόγεια στάγδην άρδευση, που έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική αύξηση της φωτοσύνθεσης. Έχει παρατηρηθεί ότι το μήκος της ρίζας ανά μονάδα όγκου ξηρού εδάφους σε γλυκό καλαμπόκι, είναι μεγαλύτερο όταν καλλιεργείται με υπόγεια στάγδην άρδευση, σε σύγκριση με την απλή στάγδην άρδευση (Phene et al. 1983, 1993).

15. Το σύστημα της στάγδην άρδευσης προσφέρεται για αυτοματοποίηση της άρδευσης. Τα χαρακτηριστικά πίεσης κλειστού κυκλώματος του συστήματος, που μπορούν να μειώσουν την ποικιλομορφία της εφαρμογής, την ποικιλομορφία διανομής εδάφους, νερού και θρεπτικών συστατικών, καθιστούν το σύστημα ιδανικό για αυτοματοποίηση και εφαρμογή αυτού σε προχωρημένες τεχνολογίες άρδευσης. Το σύστημα στάγδην άρδευσης επιτυγχάνει υψηλά πρότυπα συντήρησης του ύδατος και της ποιότητας του νερού (Lamm et al. 1996). Η αυτοματοποίηση είναι εφικτή διότι μία μόνο βαλβίδα μπορεί να ελέγξει μία σχετικά μεγάλη αρδευόμενη περιοχή. Τελευταία η ύπαρξη υπολογιστών στα δίκτυα με σταγόνες συντονίζει με μεγάλη επιτυχία τις αρδεύσεις. Έτσι ο βαθμός απόδοσής της φθάνει εύκολα το 90% συγκρινόμενη με το 60-80% του καταιονισμού και το 50-60% της επιφανειακής άρδευσης.

16. Εφαρμογή σε δύσκολα εδάφη. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της άρδευσης με σταγόνες είναι ότι μπορούν να αρδευτούν περιοχές στις οποίες οι άλλες μέθοδοι δεν μπορούν να εφαρμοστούν. Τα αβοκάντο αναπτύσσονται με επιτυχία στο Σαν Ντιέγκο σε απότομες βραχώδεις περιοχές με στάγδην άρδευση. Πολύ διαπερατά εδάφη, όπως τα αμμώδη, ερημικές ή τροπικές περιοχές με μεγάλη έκπλυση, έγιναν γόνιμες χάρη σε αυτή τη μέθοδο. Μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιοχές με εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία χωρίς την ανάγκη ισοπέδωσης.

17. Προστασία στο περιβάλλον. Αποφεύγεται η πιθανή ρύπανση των επιφανειακών ή υπόγειων νερών από λιπάσματα ή φυτοφάρμακα που υπάρχουν στο έδαφος, γιατί δεν έχουμε βαθιά διήθηση ή επιφανειακή απορροή.

Επίσης έχει βρεθεί (Oron et al. 1979) ότι κατά την στάγδην άρδευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και νερό αποχετεύσεων μετά από τη δεύτερη κατεργασία και κατάλληλο φιλτράρισμα.

18. Άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων. Με την πολύ μικρή παροχή που απαιτείται για την άρδευση ποτίζονται συγχρόνως με μία δεδομένη παροχή αναλογικά μεγαλύτερες εκτάσεις απ' ό τι στα άλλα συστήματα. Επιπλέον είναι χρησιμοποιήσιμες παροχές μέχρι 5 m<sup>3</sup>/h/στρ. κατευθείαν, ενώ στα άλλα συστήματα θα χρειαζόταν δεξαμενές αποταμίευσης.

Οι μικρές παροχές επίσης αποτρέπουν την άνοδο του υπόγειου ορίζοντα όπου υπάρχει παρόμοιο πρόβλημα. Επίσης δεν παρασύρεται το νερό από τον άνεμο κατά την άρδευση (Σακελλαρίου 2003).

19. Επίσης το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης πλεονεκτεί ως προς την ακεραιότητά του. Υπάρχουν λιγότερα μηχανοποιημένα τμήματα σε ένα τέτοιο

σύστημα συγκρινόμενο με ένα σύστημα απλού ποτίσματος. Τα περισσότερα υλικά του συστήματος είναι πλαστικά και δεν υπόκεινται σε διάβρωση. Τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης δεν απαιτούν απομάκρυνση και επανεγκατάσταση μεταξύ των καλλιεργειών και έτσι προκαλούν μικρότερη καταστροφή στην καλλιέργεια (Schwankl 2002).

20. Το σύστημα δεν εκτίθεται σε υπεριώδη ακτινοβολία και δεν υποβάλλεται σε εναλλαγές ξηρού-υγρού ή ζεστού και κρύου με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο ανθεκτικό. Με τη μη έκθεση του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης στον ήλιο και στις ακραίες καιρικές καταστάσεις έχουμε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των υλικών.

21. Η μεταφορά των υλικών διαμέσου του αγροτεμαχίου απλοποιείται γιατί όλες οι σωληνώσεις βρίσκονται κάτω από το έδαφος. Επιπρόσθετα η επιφάνεια του εδάφους διατηρείται ξηρή για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, με εξαίρεση τις περιόδους των βροχοπτώσεων, και έτσι διευκολύνεται η μετακίνηση των μηχανημάτων και παρατηρείται μικρότερη διάβρωση του εδάφους.

22. Επίσης το σύστημα ευνοεί την εφαρμογή διπλοκαλλιεργειών γιατί οι σωληνώσεις του συστήματος δεν απαιτούν μετακίνηση και επανατοποθέτηση.

23. Κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης, επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη παραγωγή για τις καλλιέργειες.

24. Ο Solomon (1993) αναφέρει ότι όταν χρησιμοποιείται το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης το νερό άρδευσης και τα διάφορα χημικά λιπάσματα, εφαρμόζονται απευθείας στη ρίζα. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τα θρεπτικά συστατικά που έχουν μικρή κινητικότητα στο έδαφος.

25. Παρεμποδίζει την αποσύνθεση των ριζών και άλλες ασθένειες του εδάφους καθώς και το σχηματισμό φλοιού που δυσχεραίνει τον αερισμό και την είσοδο του νερού της βροχής στο έδαφος, που με τη σειρά του προκαλεί το ξεχείλισμα του εδάφους.

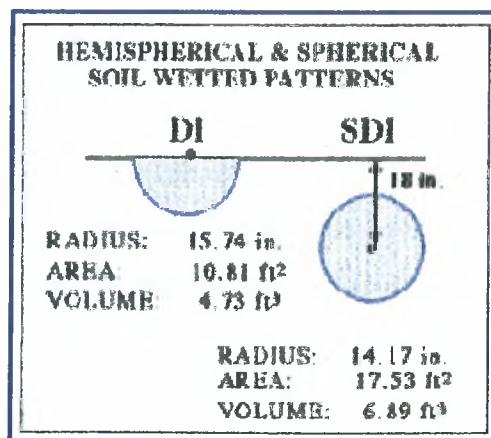
26. Το πιο βασικό από όλα τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι η μόνιμη εγκατάσταση του σε κάποιο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, μειώνει τη χειρωνακτική εργασία της οποίας το κόστος είναι μεγάλο στις αναπτυγμένες χώρες.

27. Ο Ruskin (2000) αναφέρει ότι το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να εφαρμόζεται σε μικρά, συχνά ποσά, επειδή σε εδάφη μέσης και βαριάς υφής η κίνηση του νερού στο έδαφος οφείλεται κυρίως στις τριχοειδείς δυνάμεις. Έτσι

εφαρμόζοντας την ίδια ποσότητα νερού, επιτυγχάνεται ακόμη και 46% αποταμίευση νερού με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης.

Έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει μια αύξηση στον όγκο του βρεγμένου εδάφους (έδαφος με σφαιρικό σχήμα) κατά την εφαρμογή συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης (Phene 1999). Για μια δεδομένη ποσότητα παρεχόμενου νερού σε εύφορο αργιλώδες έδαφος έχει αποδειχθεί ότι:

1. Ο σφαιρικός όγκος που διαβρέχεται με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι κατά 46% μεγαλύτερος από τον ημισφαιρικό όγκο που διαβρέχεται με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης,
2. Η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή εδάφους που είναι διαθέσιμη για την προσρόφηση νερού από τη ρίζα είναι κατά 62% μεγαλύτερη στην υπόγεια από ότι στην επιφανειακή άρδευση αποκλείοντας στην τελευταία την υγρή επιφάνεια του εδάφους και
3. Η ακτίνα διαβροχής είναι κατά 10% μικρότερη στο σύστημα υπόγειας από αυτή στο σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης (Εικ. 2.1).



Εικόνα 2.1 Διαφορές στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ημισφαιρικού και σφαιρικού διαβρεχόμενου σχεδίου της στάγδην άρδευσης και της υπόγειας στάγδην άρδευσης αντίστοιχα.

Συνέπεια όλων των παραπάνω είναι τα εξής:

α) ο όγκος του εδάφους που είναι βρεγμένος με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης να έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό από ότι στο σύστημα της επιφανειακής,

β) η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή που διατίθεται για τη λήψη ύδατος και θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα να είναι μεγαλύτερη στο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης και

γ) η πιο μικρή ακτίνα διαβροχής στην υπόγεια στάγδην άρδευση επιτρέπει μικρότερα διαστήματα μεταξύ των σταλακτήρων με αποτέλεσμα την καλύτερη ύγρανση και ομοιομορφία διανομής του νερού.

Όσον αφορά τα παραπάνω συμπεράσματα, σύμφωνα με τον Oron et al., (1999) η μορφή του βρεγμένου όγκου του εδάφους για την υπόγεια στάγδην άρδευση δεν είναι η παραπάνω, λόγω του ότι η βαρύτητα τροποποιεί τη μορφή του ανώτερου σχεδίου με αποτέλεσμα αυτή να είναι πολύ πιο σύνθετη και να επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και την κατανομή της ρίζας.

## 2.4 Μειονεκτήματα της στάγδην άρδευσης

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα ενός συστήματος στάγδην άρδευσης είναι τα παρακάτω:

1. Κόστος εγκατάστασης. Οπωσδήποτε το κόστος της πρώτης εγκατάστασης είναι υψηλό, οι παρατηρούμενες όμως υψηλές αποδόσεις των καλλιεργειών σε συνδυασμό με το μικρό ποσοστό εργατικών χεριών που απαιτεί η μέθοδος και χάρη στη μείωση του κόστους λόγω της βιομηχανικής παραγωγής των σωληνώσεων και άλλων εξαρτημάτων, τείνουν να εμφανίσουν αμελητέο το εν λόγω μειονέκτημα. Το σύστημα της στάγδην άρδευσης είναι μια μεγάλη οικονομική επένδυση συγκρινόμενο με τα συμβατικά συστήματα άρδευσης. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα δεν έχει καθόλου μεταπολιτική αξία και χαμηλή αξία διατήρησης. Έτσι τόσο μεγάλες επενδύσεις δεν εξουσιοδοτούνται σε περιοχές με αβεβαιότητα όσον αφορά τη διαθεσιμότητα του νερού και των καυσίμων, ειδικά όταν η τιμή του κέρδους από την καλλιέργεια είναι μικρή.

2. Εμφράξεις σταλακτήρων. Διακρίνονται σε: α) Μηχανικές εμφράξεις. Οφείλονται στην παρουσία στερεών σωματιδίων στο νερό άρδευσης. Οι σταλακτήρες έχουν διάμετρο από 0,5-1 mm και μπορούν να βουλώσουν εύκολα από άμμο ή σωματίδια

αργίλου. Η προστασία συνίσταται στη χρησιμοποίηση κατάλληλων φίλτρων, που καθαρίζονται συχνά. β) Χημικές εμφράξεις. Οφείλονται σε ιζήματα σιδήρου ή ασβεστίου, καθίζηση ανθρακικών αλάτων τα οποία συσσωρεύονται με τη βοήθεια βακτηρίων. Αποφεύγονται με χημική κατεργασία του νερού (χλωρίωση κ.λ.π.). γ) Βιολογικές ή οργανικές εμφράξεις. Οφείλονται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών στους σωλήνες (βακτήρια, μύκητες, άλγη, πρωτόζωα), οι οποίοι υπό μορφή αποικιών φράζουν τους σταλακτήρες. Η καταπολέμησή τους είναι δύσκολη. Καλό είναι να γίνεται πλύσιμο του δικτύου 1-3 φορές στην αρδευτική περίοδο.

3. Συσσώρευση αλάτων. Τα άλατα συσσωρεύονται στην περιφέρεια της υγρής ζώνης. Αυτά μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στις επόμενες καλλιέργειες αν αρδευτούν με μία άλλη μέθοδο άρδευσης κυρίως σε ξηρές περιοχές όπου οι βροχές δεν είναι αρκετές για να εκπλύνουν τα άλατα. Το πρόβλημα ελαττώνεται αν γίνει άρδευση με καταιονισμό ή επιφανειακή ή αν η επόμενη καλλιέργεια αρδεύεται πάλι με σταγόνες στα ίδια σημεία.

4. Μηχανικές ζημιές. Προκαλούνται από τα καλλιεργητικά μηχανήματα ή τα ζώα (τροφκτικά, πτηνά, θηλαστικά) (Σακελλαρίου 2003).

5. Προβλήματα επίσης παρουσιάζονται και με το φιλτράρισμα του νερού. Όπως και σε όλα τα συστήματα μικροάρδευσης το φιλτράρισμα του νερού αποτελεί παράγοντα-κριτήριο για τη σωστή λειτουργία και διατήρηση του συστήματος.

Σε ένα σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι δυνατόν να εμφανιστούν και ορισμένα άλλα μειονεκτήματα. Αυτά είναι:

1. Με την εφαρμογή του συστήματος παρατηρούνται δυσκολίες στην παρακολούθηση και αξιολόγηση της άρδευσης. Η εφαρμογή του νερού με το σύστημα δεν μπορεί να παρακολουθηθεί και αυτό καθιστά δύσκολη την εκτίμηση της λειτουργίας του συστήματος και την ομοιομορφία της εφαρμογής. Έτσι ο λάθος τρόπος χειρισμού είναι δυνατόν να οδηγήσει σε υπο-άρδευση και σε μειωμένη τόσο απόδοση όσο και ποιότητα της καλλιέργειας ή σε υπερ-άρδευση με συνέπεια τον κακό αερισμό του εδάφους και προβλήματα βαθιάς διήθησης. Απαιτείται σχεδιασμός των διαδικασιών άρδευσης για την παρεμπόδιση τόσο της υπο- όσο και της υπερ-άρδευσης, καθώς και η παρακολούθηση των ροόμετρων και των καταστολέων πίεσης για τη διαπίστωση της σωστής λειτουργίας του συστήματος.

Ο Schwankl, 2002 κατά τον πειραματισμό του σε αμύγδαλα, για την παρακολούθηση της άρδευσης προτείνει τη χρήση οπτικών δεικτών.

2. Απαιτείται η επιλογή ζιζανιοκτόνων που δεν απαιτούν υγρασία (άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή) για να ενεργοποιηθούν, μιας και με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης όλη η επιφάνεια του εδάφους παραμένει ξηρή.

3. Ένα άλλο πρόβλημα αφορά στο διάστημα μεταξύ των σειρών και τις εναλλαγές των καλλιεργειών. Καθώς το σύστημα στάγδην άρδευσης παρέχεται με βάση συγκεκριμένες αποστάσεις, πολλές φορές είναι πιο δύσκολος ο χειρισμός καλλιεργειών με διαφορετικό διάστημα σειρών, (μερικές καλλιέργειες απαιτούν πολύ κοντινά διαστήματα τοποθέτησης των γραμμών στάλαξης).

4. Απαιτείται επιπλέον άρδευση του φυτρώματος αφού με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης το επιφανειακό στρώμα του εδάφους παραμένει ξηρό, οπότε δεν παρέχεται η αναγκαία υγρασία για το φύτρωμα των σπόρων.

5. Τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης σχεδιάζονται για μικρότερη διάρκεια ζωής σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα, που σημαίνει ότι η ετήσια υποτίμηση του κόστους πρέπει να αυξηθεί ώστε να μπορεί να αντικατασταθεί το σύστημα.

Η αυξημένη μακροζωία του συστήματος υπόγειας άρδευσης είναι πιθανόν ο σημαντικότερος παράγοντας για την υπέρσχυση του στον οικονομικό ανταγωνισμό με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (Lamm et al. 2003).

6. Το φράξιμο των σταλακτήρων που προκαλείται από την παρείσφρηση ρίζας είναι ένα σημαντικό πρόβλημα του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση χημικών ουσιών, με κατάλληλο σχεδιασμό των σταλακτήρων και με σωστή διαχείριση της άρδευσης (Camp R. C. et al. 2000). Έχει παρατηρηθεί ότι μια σφαιρική περιοχή διαμέτρου 2,54 cm γύρω από τους σταλακτήρες παρέμεινε καθαρή από την παρουσία ριζών, όταν χρησιμοποιήθηκε ζιζανιοκτόνο Treflan. Στο ίδιο πείραμα παρατηρήθηκε ότι στους σταλακτήρες τύπου Techline της εταιρίας Netafim, δεν παρουσιάστηκε το πρόβλημα παρείσφρησης ρίζας (Solomon and Jorgensen 1993).

7. Χρειάζεται συνεχής διατήρηση και επισκευή του συστήματος ενώ και η επιθεώρησή του είναι δύσκολη. Οι διαρροές που προκαλούνται από τα τρωκτικά είναι δύσκολες στην επισκευή τους ειδικά όταν πρόκειται για συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε μεγάλο βάθος. Όσον αφορά το δίκτυο σταλακτηφόρων αγωγών στην υπόγεια στάγδην άρδευση που παραμένει μόνιμα στον αγρό, αναφέρεται ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, εγκατάσταση και διαχείριση μπορεί να λειτουργήσει αξιόπιστα έως και 20 έτη (Camp et al. 2000).

## *Κεφάλαιο 3ο.*

### **3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

#### **3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού**

Σε πειραματικό αγρό (Εικ. 3.1) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ( $39^{\circ}23'$  γεωγραφικό πλάτος,  $22^{\circ}45'$  γεωγραφικό μήκος, 50m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας) μετρήθηκε η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαρότευτλων, σε σύγκριση με επιφανειακές μεθόδους στάγδην άρδευσης κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004.

Η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης σε βάθος 0,45 m με τη βοήθεια υπεδαφοθέτη (Εικ. 3.2), έγινε την προηγούμενη χρονιά (2003), στα πλαίσια του 1<sup>ου</sup> χρόνου πραγματοποίησης του πειράματος από τη γεωπόνο Δημοπούλου Καλλιρρόη.



**Εικόνα 3.1** Πειραματικός αγρός.





**Εικόνα 3.2** Υπεδαφοθέτης.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με πέντε μεταχειρίσεις (μία υπόγεια και τέσσερις επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 10 m μήκος και 4,5 m πλάτος, δηλαδή εμβαδόν 45 m<sup>2</sup>.

Στα σχήματα 3.1 και 3.2 που ακολουθούν παρουσιάζονται η διάταξη του πειραματικού αγρού και ένα πειραματικό τεμάχιο σε μεγέθυνση, αντίστοιχα.

Σχήμα 3.1 Πειραματικός αγρός.

E 100%ΕΤ	Υπόγεια	EΚΤ80%ΕΤ	E 80%ΕΤ	EΚΤ100%ΕΤ	Υπόγεια	EΚΤ100%ΕΤ	E 80%ΕΤ	EΚΤ80%ΕΤ	E 100%ΕΤ
-3-	-3-	-3-	-3-	-3-	-4-	-4-	-4-	-4-	-4-

Διάδρομος

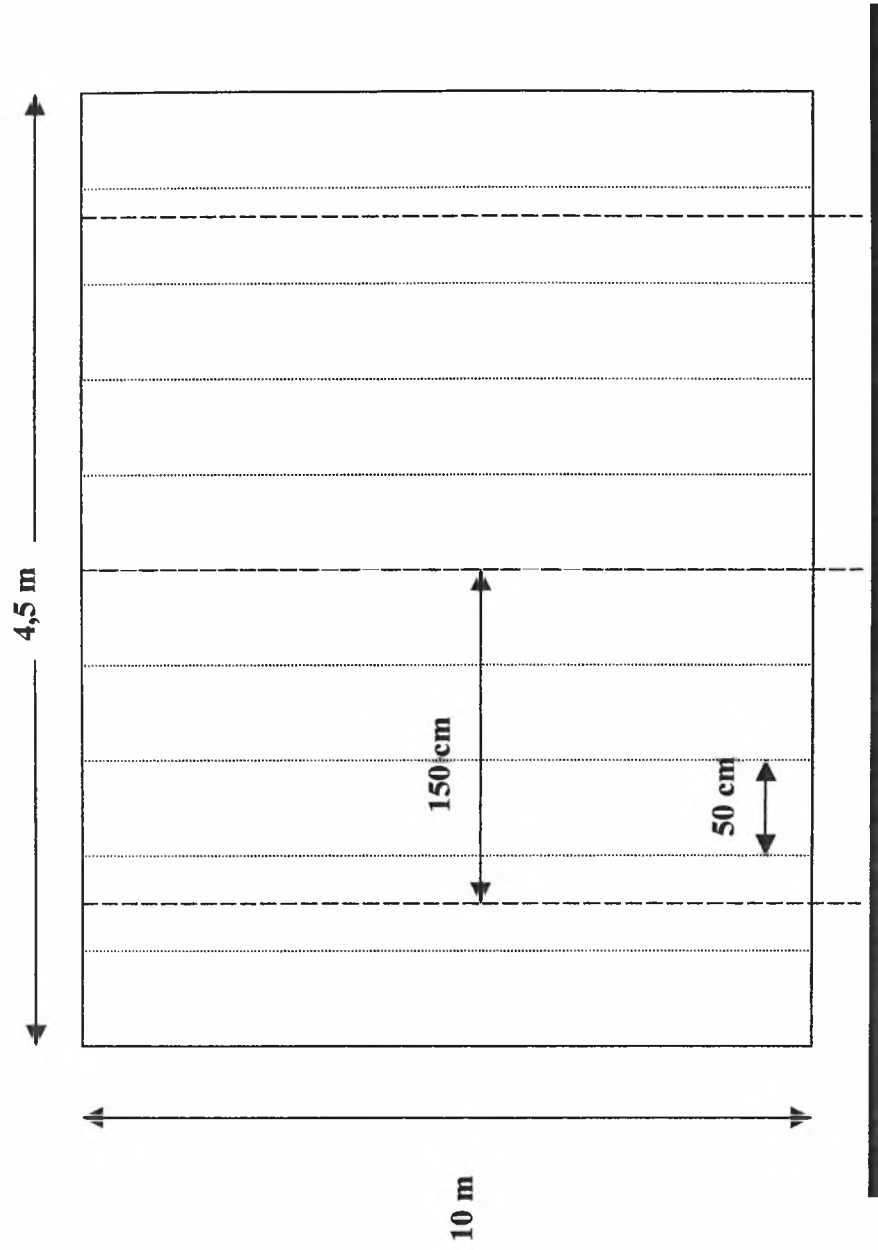
Υπόγεια	E 100%ΕΤ	EΚΤ100%ΕΤ	EΚΤ80%ΕΤ	E 80%ΕΤ	E 100%ΕΤ	Υπόγεια	E 80%ΕΤ	EΚΤ100%ΕΤ	EΚΤ80%ΕΤ
-1-	-1-	-1-	-1-	-1-	-2-	-2-	-2-	-2-	-2-

Δεξαμενή  
Ηλεκτροβάνες  
Αντλία

Εξαισιόμετρο  
τύπου A



Οι επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση σημειώνονται με τους δείκτες 1, 2, 3, 4.



Σχήμα 3.2 Πειραματικό τεμάχιο σε μεγέθυνση και οι διαστάσεις του.

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. Υπόγεια στάγδην άρδευση, (**Υπόγεια**), με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στην τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης.
2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση, (**E 100%ET**), με εύρος άρδευσης το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.
3. Επιφανειακή στάγδην άρδευση, (**E 80%ET**), με εύρος το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 80% των καθαρών αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.
4. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που συνήθως εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική, (**EKT 100%ET**), κατά την οποία οι παραγωγοί ποτίζουν τις καλλιέργειές τους κάθε 10 ημέρες περίπου, και δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.
5. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική, (**EKT 80%ET**), και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.

### 3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυο-αργιλοπηλώδες που ανήκει στην υπο-ομάδα των Typic Xerochrepts (USDA, 1975). Τα εδάφη αυτά έχουν υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη και κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη.

Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας *keric* και εδαφικής θερμοκρασίας *thermic*.

Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με Β βαθμό αποστράγγισης ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους εξαιτίας της πορώδους σύστασής του.

Τα ανθρακικά άλατα υπάρχουν στην εδαφοτομή και σε επίπεδα μετρίως χαμηλά και εμφανίζουν μια σαφή τάση μετακίνησης και έκπλυσής τους προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Το pH βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα (7,9 - 8,2) χωρίς όμως να είναι ακόμη προβληματικό.

Το πορώδες είναι καλά αναπτυγμένο, αποτελούμενο κυρίως από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους.

Ο διαθέσιμος φωσφόρος είναι 20 ppm.

Η οργανική ουσία είναι σε χαμηλά γενικά επίπεδα.

Τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na, Mg, K, και η C.E.C. βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα.

Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe, Zn και Mn βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σε αντίθεση με τον Cu. (Μήτσιος κ.ά. 2000).

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του πειραματικού αγρού.

**Πίνακας 3.1** Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P<sub>2</sub>.

Βάθος (cm)	Οριζόντιος	Χρόμα όφουρο	Κοκκομετρική σύσταση (%)			Υφή	Δομή	Όριο οριζόντιων
			S	Si	C			
0-34	Ap	10YR 4/6	25	38	37	CL	3m sbk	A
34-62	BA	10YR 3/4	30	29	41	C	1f sbk	G
62-96	Bw	10YR 3/3	35	28	37	CL	2f sbk	G
96-114	BC	10YR 4/4	47	22	31	SCL	2f sbk	C
114-154	C	7,5YR 4/4	56	17	27	SCL	1f sbk	

Εδαφοτομή P<sub>2</sub>

Τάξη: Inceptisol

Υποομάδα: Τυρίε xerochrept

Χαρτογραφική μονάδα: B 43\*4/A03Iox

Βάθος (cm)	Οργανική ουσία g/100g εδάφους	CaCO <sub>3</sub> %	pH 1:1	P-Olsen ppm	Ανταλλάξιμα κατιόντα me/100g εδάφους				C.E.C. me/100g εδάφους				Ιχνοστοιχεία ppm			
					K	Na	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn				
0-34	1,10	5,0	7,9	20	0,27	0,07	25,5	6,16	32,0	4,50	2,82	0,80	6,80			
34-62	1,07	14,5	8,1	9	0,38	0,15	23,7	8,54	32,8	6,4	2,32	0,38	3,40			
62-96	0,70	10,7	8,2	12	0,26	0,32	23,6	7,78	32,0							
96-114	0,50	5,0	8,2	9	0,29	0,36	19,5	6,70	26,8							
14-154	0,13	4,6	8,0	12	0,29	0,25	17,7	5,49	23,2							

### 3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 16 Απριλίου 2004 με τετράσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαρότευτλων (Εικ. 3.3). Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία **Rival**. Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό έγινε κατεργασία με δισκοσβάρνα και εφαρμογή βασικής λίπανσης με 10 λ.μ. N, 5 λ.μ. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 5 λ.μ. K<sub>2</sub>O.

Η τοποθέτηση των σπόρων έγινε σε βάθος 2 cm και σε αποστάσεις 50cm μεταξύ των γραμμών και 7,5 cm επί της γραμμής, έτσι ώστε να έχουμε απόσταση 15 cm μετά το αραίωμα. Στο μέσο του αγρού έμεινε ένας διάδρομος, πλάτους 4m, χωρίς να σπαρθεί έτσι ώστε να διευκολύνεται η διέλευση των απαραίτητων για την καλλιέργεια γεωργικών μηχανημάτων.



**Εικόνα 3.3** Τετράσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαρότευτλων.

Αμέσως μετά τη σπορά ακολούθησε εφαρμογή προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας με τη ζιζανιοκτόνο ουσία metolachlor (NTOYAL 96 EC).

Η καλλιέργεια στη συνέχεια δέχθηκε όλες τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες όπως μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία για την αντιμετώπιση ζιζανίων όπως η περικοκλάδα και η λουβουδιά (Εικ. 3.6), προληπτικοί ψεκασμοί με μυκητοκτόνα κατά της κερκόσπορας και του ωϊδίου και εφαρμογή εντομοκτόνων για την καταπολέμηση της φθοριμαίας (Εικ. 3.7).



**Εικόνα 3.4** Πειραματικός αγρός στις 24/6/2004.



**Εικόνα 3.5** Πειραματικός αγρός στις 12/8/2004.





**Εικόνα 3.6** Ζιζάνια στον πειραματικό αγρό.



**Εικόνα 3.7** Συμπτώματα της επίδρασης φθορμαίας στα ζαχαρότευτλα.

### 3.4 Υλικά άρδευσης

Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών στο υπόγειο δίκτυο ήταν 1,5 m. Η επιλογή της απόστασης αυτής έγινε διότι η καλλιέργεια του ζαχαρότευτλου υποχρεούται να ακολουθεί τετραετή αμειψισπορά, οπότε η εγκατάσταση ενός μόνιμου συστήματος άρδευσης, όπως είναι η υπόγεια στάγδην άρδευση, θα πρέπει να εξυπηρετεί και τις ανάγκες και άλλων καλλιεργειών που συμμετέχουν στον κύκλο αμειψισποράς, όπως είναι για την Ελλάδα, το βαμβάκι και ο αραβόσιτος.

Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε όταν η ανάπτυξη των φυτών ήταν στο στάδιο του β' ζεύγους πραγματικών φύλλων (Εικ. 3.8). Ομοίως με το υπόγειο δίκτυο, η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1,5 m. Έτσι, τόσο στο υπόγειο όσο και στο επιφανειακό δίκτυο ανάμεσα σε δύο σταλακτηφόρους αγωγούς παρεμβάλλονταν τρεις σειρές φυτών (Εικ. 3.9).



**Εικόνα 3.8** Εγκατάσταση επιφανειακού δικτύου άρδευσης.



**Εικόνα 3.9** Ανάμεσα στους σταλακτηφόρους αγωγούς παρεμβολή τριών σειρών φυτών.

Οι αγωγοί μεταφοράς του υπόγειου και των επιφανειακών δικτύων ήταν από πολυαιθυλένιο διατομής 20 mm. Οι σταλακτήρες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, με ισαποχή 0,6 m επί των σταλακτηφόρων αγωγών και παροχή 3,6 l/h σε πίεση λειτουργίας από 0,5 έως 4,0 atm.

Προϋπήρχε από την πρώτη χρονιά του πειράματος μία ηλεκτροβάννα για κάθε μεταχείριση, ώστε να αυτοματοποιηθεί η έναρξη και διακοπή της άρδευσης και υδρομετρητές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Συνολικά υπήρχαν 5 ηλεκτροβάνες και 20 υδρόμετρα (Εικ. 3.10) και (Εικ. 3.11). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



**Εικόνα 3.10** Ηλεκτροβάνες.



**Εικόνα 3.11** Υδρόμετρο.

Στο υπόγειο δίκτυο άρδευσης είχε εγκατασταθεί ειδική βαλβίδα εκτόνωσης κενού (vacuum breaker valve) για να αποφεύγεται η αναρρόφηση νερού και συνεπώς το φράξιμο των σταλακτήρων από στερεά εδαφικά σωματίδια κατά την διακοπή της άρδευσης, καθώς και φίλτρο δίσκων (teck filter) εμποτισμένο με Trifluralin-5 (ζιζανιοκτόνο της ομάδας των δινιτροανιλινών), ως ριζοαπωθητικού.



**3.12** Αντλία.

Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδέονταν με ειδικό προγραμματιστή (miracle DC) της εταιρείας Netafim (Εικ. 3.13) έτσι ώστε, να επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση της άρδευσης.

Ο συγκεκριμένος προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει 6, 9 ή 12 ηλεκτροβάνες ανάλογα με τον τύπο. Έχοντας τρία ανεξάρτητα προγράμματα, μπορεί να μοιράσει τις ηλεκτροβάνες σε τρεις διαφορετικές ομάδες με ανεξάρτητες ημέρες και ώρες ποτίσματος. Δίνει τη δυνατότητα 4 επαναλήψεων του προγράμματος στο ίδιο 24ωρο. Η δυνατότητα άρδευσης είναι από 1 min έως και 9 h και 59 min για την κάθε ηλεκτροβάνη και την κάθε επανάληψη. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα εβδομαδιαίου προγραμματισμού των αρδεύσεων, τη δυνατότητα αύξησης του χρόνου ποτίσματος, σε βήματα του 10%, χωρίς να απαιτείται επαναπρογραμματισμός και τη δυνατότητα διακοπής του προγράμματος για προεπιλεγμένο χρόνο και μέχρι 99 ημέρες επιστρέφοντας αυτόματα στο πρόγραμμα που είχε επιλεγεί μετά την πάροδο του χρόνου αυτού. Τέλος η ενεργοποίηση των ηλεκτροβανών μπορεί να γίνει και χειροκίνητα όποτε αυτό είναι επιθυμητό.



**Εικόνα 3.13** Προγραμματιστής (Miracle DC) της εταιρείας Netafim.

Η διάθεση του απαιτούμενου για την άρδευση νερού γινόταν από τσιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή χωρητικότητας 30 m<sup>3</sup> (Εικ. 3.14). Η πλήρωση της δεξαμενής γινόταν από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60 - 80 m<sup>3</sup>/h με άξονα και σωλήνα 4"). Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός της άρδευσης (αντλία προώθησης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, ηλεκτροβάνες, φίλτρα, βαλβίδα κενού, αγωγός επιστρεφόμενων, πιεζόμετρο κ.ά.) τοποθετήθηκε σε ειδικά διαμορφωμένα κουτιά επί της δεξαμενής (Εικ. 3.15).



**Εικόνα 3.14** Δεξαμενή συγκέντρωσης νερού άρδευσης.



**Εικόνα 3.15** Ειδικά κουτιά με το μηχανολογικό εξοπλισμό της άρδευσης.

### 3.5 Εξατμισόμετρο τύπου Α

Το εξατμισόμετρο τύπου Α χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της εξάτμισης, απαραίτητης για τον υπολογισμό των αναγκών άρδευσης της καλλιέργειας.

Το εξατμισόμετρο τύπου Α είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm (Εικ. 3.16). Η λεκάνη αυτή τοποθετήθηκε πάνω σε ξύλινη βάση σε ύψος 15 cm από την επιφάνεια του εδάφους σε οριζόντια θέση. Η επιφάνεια του νερού παραμένει από 5 έως 7,5 cm κάτω από το χείλος της λεκάνης. Οι μετρήσεις στο βάθος του νερού στη λεκάνη γίνονταν με σταθμήμετρο με ακίδα. Οι ενδείξεις αυτές που αντιπροσώπευαν την εξάτμιση από τη λεκάνη σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενες με το συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου ( $K_{εξ} = 0,80$ ) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή  $K_c$ , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.



**Εικόνα 3.16** Εξατμισόμετρο τύπου Α.

### 3.6 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Η εκτίμηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του αυτόματου οργάνου εμβοδομέτρησης LI - COR (Εικ. 3.17 και Εικ. 3.18).



**Εικόνα 3.17** Αυτόματο όργανο εμβοδομέτρησης για τη μέτρηση του LAI.



**Εικόνα 3.18** Μέτρηση LAI με αυτόματο όργανο εμβοδομέτρησης.



Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 15ήμερο, από τις 22 Ιουνίου έως τις 22 Σεπτεμβρίου. Η κάθε μια γινόταν στην ίδια σειρά φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου και πάντα την ίδια ώρα του 24ώρου.

### 3.7 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων (ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα και άθροισμα ημερήσιας βροχόπτωσης) της περιοχής χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του εργαστηρίου γεωργικής υδραυλικής ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 25 m από το κέντρο του πειραματικού αγρού (Εικ. 3.19).

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Η συλλογή τους έγινε με τη βοήθεια data logger και η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.



**Εικόνα 3.19** Μετεωρολογικός σταθμός στο αγρόκτημα του Παν/μίου Θεσσαλίας.

### 3.8 Δειγματοληψίες

Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες. Η πρώτη στις 15 Ιουλίου (91 ημέρες από τη σπορά) και η δεύτερη κατά τη συγκομιδή στις 4 Οκτωβρίου (166 ημέρες από τη σπορά).

Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, συγκομίζονταν και αποκορυφώνονταν, με το χέρι, δύο γραμμές (η μία κοντά στο σταλακτηφόρο αγωγό και η άλλη μακριά από αυτόν), μήκους 2 m η κάθε μία και επιφάνειας 2 m<sup>2</sup> (Εικ. 3.20α, β). Η επιλογή των γραμμών γινόταν από το μέσο του πειραματικού τεμαχίου. Μετρήθηκε ο αριθμός ριζών κάθε τεμαχίου και ζυγίστηκαν τα νωπά βάρη του υπέργειου (φύλλα και κορυφές) και υπόγειου τμήματος (ριζών) (Εικ. 3.21α, β, γ, δ). Από κάθε πειραματικό τεμάχιο (της δεύτερης δειγματοληψίας), ένα δείγμα ριζών, βάρους ~15kg, στάλθηκε στο Χημείο του Εργοστασίου Λάρισας της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης Α.Ε., όπου προσδιορίστηκαν ο ζαχαρικός τίτλος (Pol, ζαχαρόζη % του νωπού βάρους) και η συγκέντρωση των μελασσογόνων ουσιών (K, Na, a-N) με τη χρήση ζυγού Venema (Venema automation b.v., Groningen, Holland) και συστήματος ανάλυσης BETALYSER® (Dr Wolfgang Kernchen GmbH, Seelze, Germany) (Εικ. 3.22).

Στη δεύτερη δειγματοληψία, προσδιορίστηκαν επίσης, το βάρος ριζών και των φύλλων-κορυφών χωριστά για κάθε συγκομισθείσα γραμμή.

Ο υπολογισμός της χρηματικής αξίας της παραγωγής έγινε με βάση τον Πίνακα Τιμών Ζαχαρότευτλων έτους 2004 της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης Α.Ε. Η παραγωγή πληρώνεται από την Ε.Β.Ζ. Α.Ε. με βάση το ζαχαρικό τίτλο που προσδιορίζεται σε κάθε φορτίο που παραλαμβάνεται. Για παράδειγμα, αν σε ένα φορτίο τεύτλων βάρους 9 ton προσδιορίζεται ζαχαρικός τίτλος 15, η αξία του φορτίου είναι 42,5\*9 €, όπου 42,5 €/ton είναι η τιμή που αντιστοιχεί στον παραπάνω ζαχαρικό τίτλο.



**Εικόνα 3.20α** Εξαγωγή των φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο και τοποθέτησή τους σε τσουβάλια.



**Εικόνα 3.20β** Μεταφορά των δειγμάτων για το ζύγισμά τους στο εργαστήριο του αγροκτήματος.



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνες 3.21α,β,γ,δ Κόψιμο και ζύγισμα των ζαχαρότευτλων κάθε πειραματικού τεμαχίου στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α. Ε.  
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Δ Ε Λ Τ Ι Ο  
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΤΕΜΑΧΙΟΥ



No ΠΘΔ 2

Ημερομηνία 4/10/2004

Pol

Ζάχαρη %

16.30

Ο Υπεύθυνος Χημείου



Κ. Α.

Ε. Β. Ζ. Α. Ε.

ΚΑΛΙΟ 5,41 meq/100 gr. No ΠΘΔ 2

ΝΑΤΡΙΟ 2,25 meq/100 gr. Ημ/νία 4/10/2004

Ε. Β. Ζ. Α. Ε.

ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ  
ΑΖΩΤΟ

3,44

No ΠΘΔ 2

Ημερ/νία 4/10/2004

Εικόνα 3.22 Δελτίο πειραματικού τεμαχίου με τα αποτελέσματα από την Ε.Β.Ζ.

### 3.9 Στατιστική επεξεργασία

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποτελεσμάτων με τη χρήση του πειραματικού σχεδίου των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων (R.C.B.). Εκτιμήθηκε ο μέσος όρος των μεταχειρίσεων και η ελάχιστη σημαντική διαφορά ( $LSD_{0,05}$ ).

Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο M-STAT (MSTAT-C, version 1.41, Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University).

### 3.10 Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης για όλες τις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισόμετρου τύπου Α. Με βάση αυτές υπολογίζονται οι καθαρές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας, το ποσό δηλαδή του νερού που θα πρέπει να προστεθεί στην καλλιέργεια μέσω της άρδευσης.

Η ένδειξη του εξατμισόμετρου ( $E_{pan}$ ), που εκφράζει τη μέση εξάτμιση του 24ώρου σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή διόρθωσης του εξατμισόμετρου  $K_p$  μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς  $ET_0$ . Δηλαδή:

$$ET_0 = K_p * E_{pan}, \text{ (mm/ημέρα)} \quad (3.1)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης του εξατμισόμετρου,  $K_p$ , υπολογίζεται σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας, του είδους και της έκτασης της επιφανείας που περιβάλλει το εξατμισόμετρο. Στην συγκεκριμένη θέση η τιμή του είναι 0,80 (FAO 1998).

Στη συνέχεια, η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλαπλασιαζόμενη με το φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας  $K_c$ , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $ET_c$ ).

$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (3.2)$$

Η εξατμισοδιαπνοή δηλαδή, εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της  $ET_c$  αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό ( $I_n$ ), την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω άρδευσης. Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης ( $I_{da}$ ), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_{da} = I_n = ET_c - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.3)$$

όπου:  $B$  είναι το ύψος βροχής και  $\Omega B$  είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται ίσο με 0,8  $B$  (Μιχελάκης 1998).

Στο εξατμισόμετρο τύπου A όμως, η ημερήσια ένδειξη, αν δεν συμπεριληφθεί η βροχή οδηγεί απευθείας στις καθαρές ανάγκες σε νερό (FAO 1998), με τη χρήση των σχέσεων (3.1) και (3.2). Συνεπώς, για να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό που προκύπτει από την ένδειξη του εξατμισομέτρου, να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής. Δηλαδή σύμφωνα με τη σχέση 3.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$ET_c = I_n + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.4)$$

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών ( $I_n$ ) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $ET_c$ ) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξατμίσεως ( $E_{pan}$ ) του εξατμισομέτρου τύπου A.

Στις μεταχειρίσεις, όπου το νερό που προστίθεται με την άρδευση επιδιώκουμε να είναι 20% λιγότερο των καθαρών αναγκών, η τιμή της δόσης άρδευσης ( $I_{da} = I_n$ ) πολλαπλασιάζεται με 80%.

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης ( $I_t$ ) έγινε βάση της σχέσης:

$$I_t = I_{da} / I_{dh}, \text{ σε h} \quad (3.5)$$

όπου:  $I_{da}$  είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και  $I_{dh}$  είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Είναι:

$$I_{dh} = (q * n) / (St * Sr), \text{ σε mm/h} \quad (3.6)$$

όπου:  $q$  είναι η παροχή του σταλακτήρα σε l/h,

$n = St / (3 * Se)$  είναι ο αριθμός σταλακτῆρων ανά 3 σειρές φυτών,

$St$  είναι η ισαποχή των φυτών επί της σειράς σε m,

$Sr$  είναι η ισαποχή των σειρών των φυτών σε m και

$Se$  είναι η ισαποχή των σταλακτῆρων σε m.

Στους Πίνακες 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται οι δόσεις και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.



**Πίνακας 3.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπονοής της καλλιέργειας.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμι/τρου	Ημέρηση ενδοξή	Διαφορά ημερες Εραν	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8·B 0,8*(6)	Εξατμί/τρου αναφοράς Εσ=Kp·Εραν 0,8*(5)	Kc	Καθαρές ανάγκες Iπ=Εσ·Kc (9)*(8)	Εξατμί/τρου καλλιέργειας ΕΤε=Iπ+ΩB (10)+(7)
		Mm	Mm	mm	Mm	mm	mm		mm	mm
15/6/2004										
16/6/2004										
17/6/2004										
18/6/2004										
19/6/2004										
20/6/2004										
21/6/2004										
22/6/2004										
23/6/2004										
24/6/2004										
25/6/2004										
26/6/2004										
27/6/2004										
28/6/2004	180	39,5	-	8,7			6,96	0,75	5,22	5,22
29/6/2004	181		48,2	7,2			5,76	0,75	4,32	4,32
30/6/2004	182		55,4	8			6,4	0,75	4,8	4,8
1/7/2004	183	8*	63,4	9			7,2	1,2	8,64	8,64
2/7/2004	184		17	8,5			6,8	1,2	8,16	8,16
3/7/2004	185		25,5	6,5			5,2	1,2	6,24	6,24
4/7/2004	186		32	6			4,8	1,2	5,76	5,76

\* Η στάθμη του εξατμισομέτρου, μετά από γέμισμα, ανέβηκε στα 8mm από την άκρη του εξατμισομέτρου.

**Πίνακας 3.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξαιτη/τροο	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας Έραπ	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8 \cdot B$ $0,8 \cdot (6)$	Εξαιτη/νοή αναφοράς $E_o=K_p \cdot E_{rao}$ $0,8 \cdot (5)$	Kc	Καθαρές αναγκες $I_n=E_o \cdot K_c (9) \cdot (8)$	Εξαιτη/νοή καλλιέργειας $E T_c=I_n+(7)$ (10)+(7)
		Mm	Mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
5/7/2004	187		38	6,2			4,96	1,2	5,952	5,952
6/7/2004	188		44,2	9,9			7,92	1,2	9,504	9,504
7/7/2004	189		54,1	8,7			6,96	1,2	8,352	8,352
8/7/2004	190		62,8	6,4			5,12	1,2	6,144	6,144
9/7/2004	191		69,2	9,2			7,36	1,2	8,832	8,832
10/7/2004	192		78,4	9			7,2	1,2	8,64	8,64
11/7/2004	193	4	87,4	9			7,2	1,2	8,64	8,64
12/7/2004	194		13	12			9,6	1,2	11,52	11,52
13/7/2004	195		25	11,5			9,2	1,2	11,04	11,04
14/7/2004	196		36,5	10			8	1,2	9,6	9,6
15/7/2004	197		46,5	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
16/7/2004	198	11	52	9			7,2	1,2	8,64	8,64
17/7/2004	199		20	9			7,2	1,2	8,64	8,64
18/7/2004	200		29	8,2			6,56	1,2	7,872	7,872
19/7/2004	201		37,2	4,8			3,84	1,2	4,608	4,608
20/7/2004	202		42	9			7,2	1,2	8,64	8,64
21/7/2004	203		51	8			6,4	1,2	7,68	7,68
22/7/2004	204		59	8			6,4	1,2	7,68	7,68
23/7/2004	205	10	67	7			5,6	1,2	6,72	6,72
24/7/2004	206		17	8,7			6,96	1,2	8,352	8,352

**Πίνακας 3.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξεστμ/τρου Mmm	Ημερήσια ένδειξη Mmm	Διαφορά ημέρας Έραπ mmm	Βροχή mmm	Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8 \cdot B$ 0,8*(6)	Εξατμ/νοή αναφοράς $E_a=K_p \cdot E_{ra}$ 0,8*(5)	Kc	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_a \cdot K_c$ (9)*(8)	Εξεστμ/νοή καλλιέργειας $E_T=I_n+\Omega B$ (10)+(7)
25/7/2004	207		25,7	6,3	6,29		5,04	1,2	6,048	6,048
26/7/2004	208		32	7,5			6	1,2	7,2	7,2
27/7/2004	209		39,5	0	9	7,2	0	1,2	0	7,2
28/7/2004	210		39,5	6,5			5,2	1,2	6,24	6,24
29/7/2004	211		46	7			5,6	1,2	6,72	6,72
30/7/2004	212		53	6			4,8	1,2	5,76	5,76
31/7/2004	213		59	5			4	1,2	4,8	4,8
1/8/2004	214		64	8			6,4	1,2	7,68	7,68
2/8/2004	215	10	72	8			6,4	1,2	7,68	7,68
3/8/2004	216		18	6			4,8	1,2	5,76	5,76
4/8/2004	217		24	7			5,6	1,2	6,72	6,72
5/8/2004	218		31	5,5	0,38	0,304	4,4	1,2	5,28	5,584
6/8/2004	219		36,5	5			4	1,2	4,8	4,8
7/8/2004	220		41,5	5			4	1,2	4,8	4,8
8/8/2004	221		46,5	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
9/8/2004	222		52	6			4,8	1,2	5,76	5,76
10/8/2004	223		58	7			5,6	1,2	6,72	6,72
11/8/2004	224		65	6			4,8	1,2	5,76	5,76
12/8/2004	225	10	71	5			4	1,2	4,8	4,8
13/8/2004	226		15	7,5			6	1,2	7,2	7,2

**Πίνακας 3.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξεπι/πνοή	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημερες Έπαν	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B = 0,8 \cdot B$ 0,8*(6)	Εξεπι/πνοή αναφορές $E_a = K_p \cdot E_{pan}$ 0,9*(5)	Kc	Καθαρές ανάγκες $I_n = E_a - K_c$ (9)-(8)	Εξεπι/πνοή καλλιέργειας $E T_c = I_n + \Omega B$ (10)+(7)
		Mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
14/8/2004	227		22,5	7,5			6	1,2	7,2	7,2
15/8/2004	228		30	8			6,4	1,2	7,68	7,68
16/8/2004	229		38	1	3,27	2,616	0,8	1,2	0,96	3,576
17/8/2004	230		39	5			4	1,2	4,8	4,8
18/8/2004	231		44	6,5			5,2	1,2	6,24	6,24
19/8/2004	232		50,5	7,5			6	1,2	7,2	7,2
20/8/2004	233		58	9			7,2	1,2	8,64	8,64
21/8/2004	234		67	9			7,2	1,2	8,64	8,64
22/8/2004	235		76	8			6,4	1,2	7,68	7,68
23/8/2004	236	26	84	6			4,8	1,2	5,76	5,76
24/8/2004	237		32	8,5			6,8	1,2	8,16	8,16
25/8/2004	238		40,5	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
26/8/2004	239		46	9			7,2	1,2	8,64	8,64
27/8/2004	240		55	6			4,8	1,2	5,76	5,76
28/8/2004	241		61	8			6,4	1,2	7,68	7,68
29/8/2004	242		69	6	1,13	0,904	4,8	1,2	5,76	6,664
30/8/2004	243	10	75	5			4	1,2	4,8	4,8
31/8/2004	244		15	7			5,6	1,2	6,72	6,72
1/9/2004	245		22	7			5,6	1	5,6	5,6
2/9/2004	246		29	6,5			5,2	1	5,2	5,2

**Πίνακας 3.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξεστμ/τρου	Ημερήσια ένδειξη	Διασπορά ημερας Epan	Βρογγή B	Ωφέλιμη Βρογή ΩB=0,8*Β 0,8*(6)	Εξεστμ/τρου αναφοράς Eο=Kp*Epan 0,8*(5)	Kc	Καθαρές ανέργιας Iε=Eο-Kc (9)*(8)	Εξεστμ/τρου καλλιέργειας EΤc=Iε+ΩB (10)+(7)
		Mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
3/9/2004	247		35,5	4,5			3,6	1	3,6	3,6
4/9/2004	248		40	3			2,4	1	2,4	2,4
5/9/2004	249		43	2,5	3,65	2,92	2	1	2	4,92
6/9/2004	250		45,5	2,5	0,55	0,44	2	1	2	2,44
7/9/2004	251		48	6			4,8	1	4,8	4,8
8/9/2004	252		54	5			4	1	4	4
9/9/2004	253		59	7			5,6	1	5,6	5,6
10/9/2004	254	10	66	6			4,8	1	4,8	4,8
11/9/2004	255		16	4			3,2	1	3,2	3,2
12/9/2004	256		20	2,5			2	1	2	2
13/9/2004	257		22,5	4,5			3,6	1	3,6	3,6
14/9/2004	258		27	5			4	1	4	4
15/9/2004	259		32	2			1,6	1	1,6	1,6
16/9/2004	260		34	5			4	1	4	4
17/9/2004	261		39	4			3,2	1	3,2	3,2
18/9/2004	262		43	2			1,6	1	1,6	1,6
19/9/2004	263		45	4			3,2	1	3,2	3,2
20/9/2004	264		49	4			3,2	1	3,2	3,2
21/9/2004	265		53	4			3,2	1	3,2	3,2
22/9/2004	266		57	4			3,2	1	3,2	3,2

**Πίνακας 3.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαιμωδοιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξαιμ/τρου Μm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρες Έραν mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0.8·B 0.8·(6) mm	Εξαιμ/πνοή αναφοράς Εσ=Κρ·Έραν 0.8·(5) mm	Κε	Καθαρές ανέγκες Ιπ=Εσ·Κε (9)·(8) mm	Εξαιμ/πνοή καλλιέργειας ΕΤε=Ιπ+ΩΒ (10)·(7) mm
23/9/2004	267		61	5			4	1	4	4
24/9/2004	268	10	66					1		
25/9/2004	269									
26/9/2004	270									
27/9/2004	271									
28/9/2004	272									
29/9/2004	273									
30/9/2004	274									
1/10/2004	275									
2/10/2004	276									
3/10/2004	277									
4/10/2004	278									
5/10/2004	279									
6/10/2004	280									
7/10/2004	281									
8/10/2004	282									
9/10/2004	283									
10/10/2004	284									
11/10/2004	285									
12/10/2004	286							1		
<b>Σύνολο:</b>					<b>24,27</b>	<b>14,384</b>			<b>518,084</b>	<b>532,468</b>

**Πίνακας 3.3** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στη μεταχείριση Υπόγεια 80% ET.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανέγκες In Mm	4 Λθροισμα Καθαρών αναγκών mm	5 Υπόγεια Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	9 Υπόγεια Διάρκεια άρδευσης h
				m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
	15/6/2004							
	16/6/2004	167						
	17/6/2004	168						
	17/6/2004	169						
	18/6/2004	170						
	19/6/2004	171						
	20/6/2004	172						
	21/6/2004	173						
	22/6/2004	174						
	23/6/2004	175						
	24/6/2004	176						
	25/6/2004	177						
	26/6/2004	178						
	27/6/2004	179						
	28/6/2004	180	5,22					
	29/6/2004	181	4,32					
	30/6/2004	182	4,8					
	1/7/2004	183	8,64	22,98				
	2/7/2004	184	8,16		18,384	0,82728	0,0833	4h 35' 45"
	3/7/2004	185	6,24					
	4/7/2004	186	5,76					

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: St=0,50 m

Ισοποχή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.3** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στη μεταχείριση Υπόγεια 80% ΕΤ.

1 Ημερ/ία	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανέγκες In	4 Αθροισμα Καθαρών ανεγκών		5 Υπόγεια Δόση άρδευσης		7 n SU(3*Se)	8 I dh (q*n)/(St*Sr) mm/h	9 Υπόγεια Διάρκεια Άρδευσης h
			Mm	mm	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
5/7/2004	187	5,952		26,112					
6/7/2004	188	9,504			20,8896	0,940032	0,0833	4	5h 13' 20"
7/7/2004	189	8,352							
8/7/2004	190	6,144		24					
9/7/2004	191	8,832			19,2	0,864	0,0833	4	4h 48' 00"
10/7/2004	192	8,64							
11/7/2004	193	8,64		26,112					
12/7/2004	194	11,52			20,8896	0,940032	0,0833	4	5h 13' 20"
13/7/2004	195	11,04							
14/7/2004	196	9,6		32,16					
15/7/2004	197	5,28			25,728	1,15776	0,0833	4	6h 25' 55"
16/7/2004	198	8,64							
17/7/2004	199	8,64							
18/7/2004	200	7,872		30,432					
19/7/2004	201	4,608			24,3456	1,095552	0,0833	4	6h 05' 11"
20/7/2004	202	8,64							
21/7/2004	203	7,68							
22/7/2004	204	7,68		28,608					
23/7/2004	205	6,72			22,8864	1,029888	0,0833	4	5h 43' 17"
24/7/2004	206	8,352							

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισατοχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισατοχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισατοχή σταλακτήρων: Se=0,60 m



**Πίνακας 3.3** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στη μεταχείριση Υπόγεια 80% ΕΤ.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανέγκες In mm	4 Αθροισμα Καθαρών ανεγκών mm	5 Υπόγεια Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 I <sub>dh</sub> (q*n)/(St*St) mm/h	9 Υπόγεια Διάρκεια άρδευσης h
				mm <sup>2</sup> /στρ.	mm <sup>2</sup> /45mm <sup>2</sup>			
25/7/2004	207	6,048	21,12					
26/7/2004	208	7,2		16,896	0,76032	0,0833	4	4h 13' 26"
27/7/2004	209	0						
28/7/2004	210	6,24						
29/7/2004	211	6,72						
30/7/2004	212	5,76	25,92					
31/7/2004	213	4,8		20,736	0,93312	0,0833	4	5h 11' 02"
1/8/2004	214	7,68						
2/8/2004	215	7,68	20,16					
3/8/2004	216	5,76		16,128	0,72576	0,0833	4	4h 01' 55"
4/8/2004	217	6,72						
5/8/2004	218	5,28						
6/8/2004	219	4,8	22,56					
7/8/2004	220	4,8		18,048	0,81216	0,0833	4	4h 30' 43"
8/8/2004	221	5,28						
9/8/2004	222	5,76						
10/8/2004	223	6,72	22,56					
11/8/2004	224	5,76		18,048	0,81216	0,0833	4	4h 30' 43"
12/8/2004	225	4,8						
13/8/2004	226	7,2						

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισατοχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισατοχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισατοχή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.3** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στη μεταχείριση Υπόγεια 80% ET.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανέγκες In mm	4 Αθροισμα Καθαρών αναγκών mm	5 Υπόγεια Δόση άρδευσης		7 $n$ St/(3*Se)	8 Idh (q*n)/(St*Sr) mm/dh	9 Υπόγεια Διάρκεια έρδρευσης H
				m <sup>3</sup> /στρε	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
14/8/2004	227	7,2	24,96					
15/8/2004	228	7,68		19,968	0,89856	0,0833	4	4h 59' 31"
16/8/2004	229	0,96						
17/8/2004	230	4,8						
18/8/2004	231	6,24	19,68					
19/8/2004	232	7,2		15,744	0,70848	0,0833	4	3h 56' 09"
20/8/2004	233	8,64						
21/8/2004	234	8,64	24,48					
22/8/2004	235	7,68		19,584	0,88128	0,0833	4	4h 53' 45"
23/8/2004	236	5,76						
24/8/2004	237	8,16	21,6					
25/8/2004	238	5,28		17,28	0,7776	0,0833	4	4h 19' 12"
26/8/2004	239	8,64						
27/8/2004	240	5,76	19,68					
28/8/2004	241	7,68		15,744	0,70848	0,0833	4	3h 56' 09"
29/8/2004	242	5,76						
30/8/2004	243	4,8						
31/8/2004	244	6,72	24,96					
1/9/2004	245	5,6		19,968	0,89856	0,0833	4	4h 59' 31"
2/9/2004	246	5,2						

Πορογή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοποχή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.3** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στη μεταχείριση Υπόγεια 80% ET.

1 Ημερομηνία	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρής ανάγλυς In mm	4 Αθροισμα Καθαρών ανεγκών mm	5 Υπόγεια Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 I dh (q*n)/(St*Sr) mm/h	9 Υπόγεια Διάρκεια άρδευσης H
				m <sup>3</sup> /στρ.	M <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
3/9/2004	247	3,6						
4/9/2004	248	2,4						
5/9/2004	249	2	18,8					
6/9/2004	250	2		15,04	0,6768	0,0833	4	3h 45' 36"
7/9/2004	251	4,8						
8/9/2004	252	4						
9/9/2004	253	5,6						
10/9/2004	254	4,8	21,2					
11/9/2004	255	3,2		16,96	0,7632	0,0833	4	4h 14' 24"
12/9/2004	256	2						
13/9/2004	257	3,6						
14/9/2004	258	4						
15/9/2004	259	1,6						
16/9/2004	260	4	18,4					
17/9/2004	261	3,2		14,72	0,6624	0,0833	4	3h 40' 48"
18/9/2004	262	1,6						
19/9/2004	263	3,2						
20/9/2004	264	3,2						
21/9/2004	265	3,2						
22/9/2004	266	3,2						

Παροχή στολακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοπαγή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοπαγή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.3** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στη μεταχείριση Υπόγεια 80% ΕΤ.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανάγκες In mm	4 Αθροισμα Καθαρών αναγκών mm	5 Υπόγεια Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	9 Υπόγεια Διάρκεια άρδευσης h
				μ <sup>3</sup> /στρ.	μ <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
	23/9/2004	4	21,6					
	24/9/2004			17,28	0,7776	0,0833	4	4h 19' 12"
	25/9/2004							
	26/9/2004							
	27/9/2004							
	28/9/2004							
	29/9/2004							
	30/9/2004							
	1/10/2004							
	2/10/2004							
	3/10/2004							
	4/10/2004							
	5/10/2004							
	6/10/2004							
	7/10/2004							
	8/10/2004							
	9/10/2004							
	10/10/2004							
	11/10/2004							
	12/10/2004							
<b>Σύνολο:</b>				<b>518,084</b>	<b>414,4672</b>	<b>18,651024</b>		

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοποχή σταλακτήρων; Se=0,60 m

**Πίνακας 3.4** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στη μεταχείριση ΕΚΤ 80%ΕΤ.

1 Ημερομηνία	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανάγκες In mm	4 Αθροισμα Καθαρών ανεργών mm	5 ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 Idh (q*n)/(St*St) mm/h	9 ΕΚΤ 80% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης h
				m <sup>3</sup> /στρμ	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
	15/6/2004	167						
	16/6/2004	168						
	17/6/2004	169						
	18/6/2004	170						
	19/6/2004	171						
	20/6/2004	172						
	21/6/2004	173						
	22/6/2004	174						
	23/6/2004	175						
	24/6/2004	176						
	25/6/2004	177						
	26/6/2004	178						
	27/6/2004	179						
	28/6/2004	180	5,22					
	29/6/2004	181	4,32					
	30/6/2004	182	4,8					
	1/7/2004	183	8,64	22,98				
	2/7/2004	184	8,16		18,384	0,82728	0,0833	4h 35' 45"
	3/7/2004	185	6,24					
	4/7/2004	186	5,76					

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: St=0,50 m

Ισοποχή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.4** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανέργικες I <sub>n</sub> mm	4 Λθροισμα Καθαρών ανεργικών mm	5 ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 I <sub>dh</sub> (η*n)/(St*Sr) mm/h	9 ΕΚΤ 80% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης h
				mm <sup>2</sup> /στρ.	mm <sup>2</sup> /45m <sup>2</sup>			
5/7/2004	187	5,952						
6/7/2004	188	9,504						
7/7/2004	189	8,352						
8/7/2004	190	6,144	50,112					
9/7/2004	191	8,832		40,0896	1,804032	0,0833	4	10h 01' 20"
10/7/2004	192	8,64						
11/7/2004	193	8,64						
12/7/2004	194	11,52						
13/7/2004	195	11,04						
14/7/2004	196	9,6						
15/7/2004	197	5,28	63,552					
16/7/2004	198	8,64		50,8416	2,287872	0,0833	4	12h 42' 37"
17/7/2004	199	8,64						
18/7/2004	200	7,872						
19/7/2004	201	4,608						
20/7/2004	202	8,64						
21/7/2004	203	7,68						
22/7/2004	204	7,68	53,76					
23/7/2004	205	6,72		43,008	1,93536	0,0833	4	10h 45' 07"
24/7/2004	206	8,352						

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοπαγή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοπαγή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.4** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανάγκες In mm	4 Λθροισμα Καθαρών ανεργκών mm	5 ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 I <sub>dh</sub> (q*n)/(St*Sr) mm/h	9 ΕΚΤ 80% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης H
				m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
25/7/2004	207	6,048						
26/7/2004	208	7,2						
27/7/2004	209	0						
28/7/2004	210	6,24						
29/7/2004	211	6,72						
30/7/2004	212	5,76	47,04					
31/7/2004	213	4,8			37,632	0,0833	4	9h 24' 28"
1/8/2004	214	7,68						
2/8/2004	215	7,68						
3/8/2004	216	5,76						
4/8/2004	217	6,72						
5/8/2004	218	5,28						
6/8/2004	219	4,8						
7/8/2004	220	4,8						
8/8/2004	221	5,28						
9/8/2004	222	5,76	58,56					
10/8/2004	223	6,72			46,848	2,10816	4	11h 42' 43"
11/8/2004	224	5,76						
12/8/2004	225	4,8						
13/8/2004	226	7,2						

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοπαγή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοπαγή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.4** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανόγκες in mm	4 Αθροισμα Καθαρών ανόγκων mm	5 ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης		7 n St/(3*Se)	8 Ith (q*n)/(St*Sr) mm/h	9 ΕΚΤ 80% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης h
				m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
14/8/2004	227	7,2						
15/8/2004	228	7,68						
16/8/2004	229	0,96						
17/8/2004	230	4,8						
18/8/2004	231	6,24	51,36					
19/8/2004	232	7,2		41,088	1,84896	0,0833	4	10h 16' 19"
20/8/2004	233	8,64						
21/8/2004	234	8,64						
22/8/2004	235	7,68						
23/8/2004	236	5,76						
24/8/2004	237	8,16						
25/8/2004	238	5,28						
26/8/2004	239	8,64						
27/8/2004	240	5,76	65,76					
28/8/2004	241	7,68		52,608	2,36736	0,0833	4	13h 09' 07"
29/8/2004	242	5,76						
30/8/2004	243	4,8						
31/8/2004	244	6,72						
1/9/2004	245	5,6						
2/9/2004	246	5,2						

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοπαγή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοπαγή σταλακτήρων: Se=0,60 m



**Πίνακας 3.4** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Καθερίε ανέγκες In mm	Άθροισμα Καθερών αναγκών mm	ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης		n St/(3*Se)	I <sub>dh</sub> (q*n)/(St*Sr) mm/h	ΕΚΤ 80% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης h
				m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
3/9/2004	247	3,6						
4/9/2004	248	2,4						
5/9/2004	249	2						
6/9/2004	250	2						
7/9/2004	251	4,8	50,56					
8/9/2004	252	4		40,448	1,82016	0,0833	4	10h 06' 43"
9/9/2004	253	5,6						
10/9/2004	254	4,8						
11/9/2004	255	3,2						
12/9/2004	256	2						
13/9/2004	257	3,6						
14/9/2004	258	4						
15/9/2004	259	1,6						
16/9/2004	260	4						
17/9/2004	261	3,2						
18/9/2004	262	1,6						
19/9/2004	263	3,2						
20/9/2004	264	3,2						
21/9/2004	265	3,2						
22/9/2004	266	3,2						

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοπαγή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοπαγή σταλακτήρων: Se=0,60 m

**Πίνακας 3.4** Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ.

1 Ημερ/νια	2 Ημέρες από 1/1/2004	3 Καθαρές ανόργανες		4 Αθροισμα Καθαρών ανανγκών	5 ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση αρδεύσεως		7 n St/(3*Se)	8 I <sub>db</sub> (q <sup>3</sup> *n)/(St*Sr) mm/h	9 ΕΚΤ 80% ΕΤ Διάρκεια αρδεύσεως h
		In Mm	Mm		m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>			
23/9/2004	267	4		54,4					
24/9/2004	268				43,52	1,9584	0,0833	4	10h 52' 48"
25/9/2004	269								
26/9/2004	270								
27/9/2004	271								
28/9/2004	272								
29/9/2004	273								
30/9/2004	274								
1/10/2004	275								
2/10/2004	276								
3/10/2004	277								
4/10/2004	278								
5/10/2004	279								
6/10/2004	280								
7/10/2004	281								
8/10/2004	282								
9/10/2004	283								
10/10/2004	284								
11/10/2004	285								
12/10/2004	286								
<b>Σύνολο:</b>				<b>518,084</b>	<b>518,084</b>	<b>414,4672</b>			<b>18,651024</b>

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: π=St/(3\*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοποχή σταλακτήρων: Se=0,60 m

Η δόση και το εύρος άρδευσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε, η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία να βρίσκεται κοντά στην υδατοϊκανότητα (FC) και πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP). Απαιτείται δηλαδή ο προσδιορισμός της πρακτικής δόσης άρδευσης την οποία η αθροιστική ένδειξη του εξατμισμέτρου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης προϋποθέτει τον προσδιορισμό της υδατοϊκανότητας (FC), του σημείου μόνιμης μάρανσης (PWP) και του φαινομένου ειδικού βάρους (ΦΕΒ) του εδάφους του αγρού. Ο προσδιορισμός τους έγινε εργαστηριακά και οι τιμές παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.5.

Στον ίδιο Πίνακα 3.5 δίνονται επίσης, η τιμή της διαβροχής (P) του εδάφους για την συγκεκριμένη διάταξη των σταλακτηφόρων αγωγών στον πειραματικό αγρό (Τερζίδης κ.ά. 1997), καθώς και οι τιμές του βάθους του ριζικού συστήματος των φυτών (h) (Πεσεξίδης 1982), του ορίου εξαντλήσεως της εδαφικής υγρασίας (c) (Σακελλαρίου 1993), του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια ( $f_1$ ) (FAO 1998) και του συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους ( $f_2$ ) (Σακελλαρίου 1993) για κάθε έναν από τους τέσσερις αρδευτικούς μήνες.

**Πίνακας 3.5 Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.**

	FC% %β	PWP %β	ΦΕΒ g/m <sup>3</sup>	h m	C	P	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	E <sub>0</sub> mm,ημ
ΙΟΥΝΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,60	0,60	0,53	0,75	0,60	6,37
ΙΟΥΛΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,80	0,60	0,53	1,2	0,95	6,13
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	21,2	11,64	1,23	1,00	0,60	0,53	1,2	0,95	5,26
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	1,10	0,60	0,53	1,0	0,85	3,48

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.6. Η μεθοδολογία αυτή

οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της στάγδην άρδευσης με θεωρητικό τρόπο, βασιζόμενο στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, (παρά μόνο για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης), διότι αφ' ενός η ημερήσια εξάτμιση κατά τη διάρκεια ενός μήνα δεν είναι ποτέ σταθερή και αφετέρου, διότι απαιτούνται συνήθως πολύ μεγάλοι χρόνοι λειτουργίας του αρδευτικού συστήματος.

**Πίνακας 3.6 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης (Σακελλαρίου 1993).**

	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
Διαθέσιμη υγρασία $\Delta.Y.= (FC-PWP)/100 *ΦΕΒ,$ % Κ.Ο.	11,7588	11,7588	11,7588	11,7588
Θεωρητική δόση άρδευσης $I_d=\Delta.Y.*h*c*P,$ Μm ή m <sup>3</sup> /στρ.	22,43	29,91	37,39	43,29
Πρακτική δόση άρδευσης $I_{da}=I_d/0,95$ mm ή m <sup>3</sup> /στρ. (0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση)	23,61	31,48	39,36	43,29
Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*Sr),$ mm / h	4	4	4	4
Μέση ημερήσια πραγματική εξάτμισοδιαπνοή $ET_d=E_o*f1*f2,$ mm/ημέρα	2,87	6,99	6	2,96
Εύρος άρδευσης $I_r=I_{da}/ET_d,$ ημέρες	8,23	4,5	6,56	14,63
Διάρκεια άρδευσης $I_t=I_{da}/I_{dh},$ H	5h 54' 00''	7h 52' 00''	9h 50' 24''	10h 48' 00''

Παροχή σταλακτίρα:  $q = 3,61/ h$

Ισαποχή σειρών φυτών :  $S_r = 0,50 m$

Ισαποχή φυτών επί της σειράς :  $S_t = 0,15 m$

Ισαποχή σταλακτίρων :  $S_e = 0,60 m$

Αριθμός σταλακτίρων ανά 3 σειρές φυτών :  $n = S_t / (3 * S_e) = 0,0833$

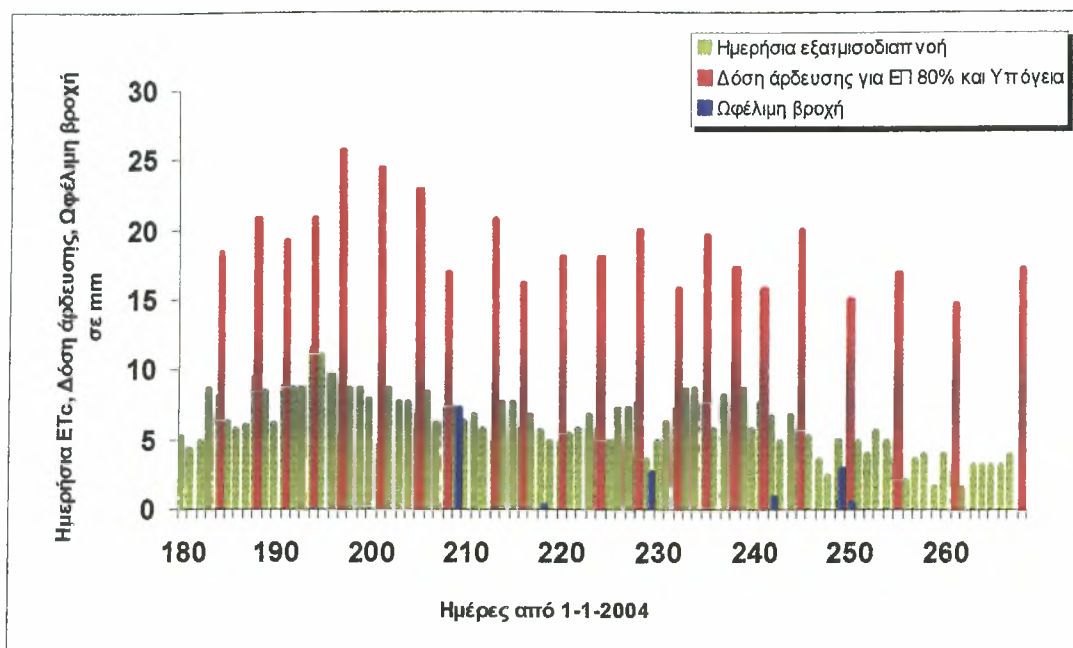
Από τον πίνακα 3.6 φαίνεται ότι το άθροισμα των καθαρών αναγκών που λαμβάνεται υπόψη από το εξατμισόμετρο σε κάθε άρδευση, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τον Ιούνιο τα 23,61mm, τον Ιούλιο τα 31,48mm, τον Αύγουστο τα 39,36mm και τον Σεπτέμβριο τα 43,29mm.

Ο προγραμματισμός της δόσης άρδευσης έγινε τηρουμένων των προδιαγραφών (παροχή σταλακτήρων, ωριαίο ύψος βροχής, διαστάσεις γραμμών άρδευσης και ισαποχή σταλακτήρων επί των γραμμών) για την κάθε μεταχείριση χωριστά, με βάση τους μετρούμενους ρυθμούς ημερήσιας εξάτμισης.

Για τη διευκόλυνση του προγραμματισμού της άρδευσης στον αγρό χρησιμοποιήθηκαν οι τυποποιημένοι εκ των προτέρων Πίνακες 3.7α, β, γ, όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισομέτρου (Epan) παραπέμπουν απευθείας στη δόση και στη διάρκεια της άρδευσης.

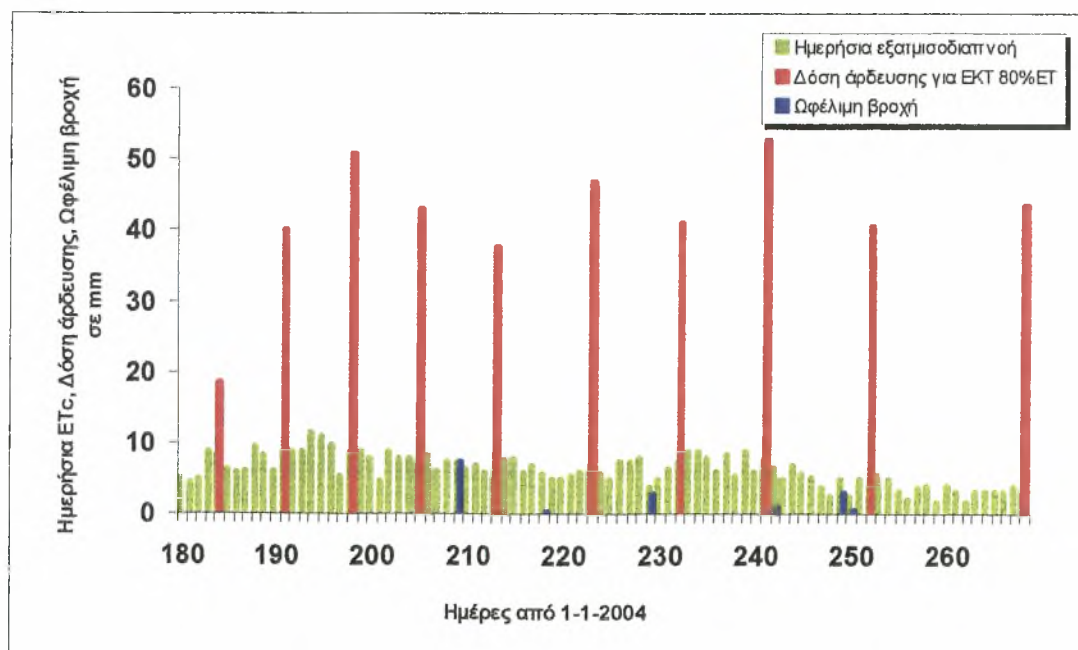
Πραγματοποιήθηκαν 22 αρδεύσεις στη μεταχείριση Υπόγεια και 10 αρδεύσεις στη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ.

Οι συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (Δόση άρδευσης, Ωφέλιμη βροχή) σε σχέση με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, για την κάθε μεταχείριση, παρουσιάζονται στα Σχήματα 3.3 και 3.4.



**Σχήμα 3.3** Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση Υπόγεια.

(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες 7 και 11 του **Πίνακα 3.2** και στη στήλη 5 του **Πίνακα 3.3**).



**Σχήμα 3.4** Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση ΕΚΤ 80%ΕΤ.

(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες 7 και 11 του **Πίνακα 3.2** και στη στήλη 5 του **Πίνακα 3.4**).

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξεμισιόμετρου.

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=Επαν0,8*Κc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόλοιπα ( 80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλλίμετρος ανά φυτό n=Sf/(3*Se)	Ωρόσιο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(mm)/(StxSt) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφ.αν. it=I <sub>da</sub> 100/I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφ.αν. It=I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπέρψαο It-I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (h)
0	0	0	0	0,0833	4	0	0	0
1	0,6	0,48	0,48	0,0833	4	9' 00"	07' 12"	07' 12"
2	1,2	0,96	0,96	0,0833	4	18' 00"	14' 24"	14' 24"
3	1,8	1,44	1,44	0,0833	4	27' 00"	21' 36"	21' 36"
4	2,4	1,92	1,92	0,0833	4	36' 00"	28' 48"	28' 48"
5	3	2,4	2,4	0,0833	4	45' 00"	36' 00"	36' 00"
6	3,6	2,88	2,88	0,0833	4	54' 00"	43' 12"	43' 12"
7	4,2	3,36	3,36	0,0833	4	1h 03' 00"	50' 24"	50' 24"
8	4,8	3,84	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"	57' 36"
9	5,4	4,32	4,32	0,0833	4	1h 21' 00"	1h 04' 48"	1h 04' 48"
10	6	4,8	4,8	0,0833	4	1h 30' 00"	1h 12' 00"	1h 12' 00"
11	6,6	5,28	5,28	0,0833	4	1h 39' 00"	1h 19' 12"	1h 19' 12"
12	7,2	5,76	5,76	0,0833	4	1h 48' 00"	1h 26' 24"	1h 26' 24"
13	7,8	6,24	6,24	0,0833	4	1h 57' 00"	1h 33' 36"	1h 33' 36"
14	8,4	6,72	6,72	0,0833	4	2h 06' 00"	1h 40' 48"	1h 40' 48"
15	9	7,2	7,2	0,0833	4	2h 15' 00"	1h 48' 00"	1h 48' 00"
16	9,6	7,68	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"	1h 55' 12"
17	10,2	8,16	8,16	0,0833	4	2h 33' 00"	2h 02' 24"	2h 02' 24"
18	10,8	8,64	8,64	0,0833	4	2h 42' 00"	2h 09' 36"	2h 09' 36"
19	11,4	9,12	9,12	0,0833	4	2h 51' 00"	2h 16' 48"	2h 16' 48"
20	12	9,6	9,6	0,0833	4	3h 00' 00"	2h 24' 00"	2h 24' 00"

Συντελεστής Εξεμισιόμετρου: Κρ = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Κc=0,75

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαοχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαοχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισαοχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιπ.100%ΕΤ Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm)	Επιπ.80% ΕΤ Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόψεια (80%ΕΤ) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n=Sd/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxn)/(StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιπ.αν. It = Ida 100 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιπ.αν. It=Ida 80 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόψ.αν. It=Ida υπ. / Idh (h)
21	12,60	10,08	10,08	0,0833	4	3h 09' 00"	2h 31' 12"	2h 31' 12"
22	13,20	10,56	10,56	0,0833	4	3h 18' 00"	2h 38' 24"	2h 38' 24"
23	13,80	11,04	11,04	0,0833	4	3h 27' 00"	2h 45' 36"	2h 45' 36"
24	14,40	11,52	11,52	0,0833	4	3h 36' 00"	2h 52' 48"	2h 52' 48"
25	15,00	12,00	12,00	0,0833	4	3h 45' 00"	3h 00' 00"	3h 00' 00"
26	15,60	12,48	12,48	0,0833	4	3h 54' 00"	3h 07' 12"	3h 07' 12"
27	16,20	12,96	12,96	0,0833	4	4h 03' 00"	3h 14' 24"	3h 14' 24"
28	16,80	13,44	13,44	0,0833	4	4h 12' 00"	3h 21' 36"	3h 21' 36"
29	17,40	13,92	13,92	0,0833	4	4h 21' 00"	3h 28' 48"	3h 28' 48"
30	18,00	14,40	14,40	0,0833	4	4h 30' 00"	3h 36' 00"	3h 36' 00"
31	18,60	14,88	14,88	0,0833	4	4h 39' 00"	3h 43' 12"	3h 43' 12"
32	19,20	15,36	15,36	0,0833	4	4h 48' 00"	3h 50' 24"	3h 50' 24"
33	19,80	15,84	15,84	0,0833	4	4h 57' 00"	3h 57' 36"	3h 57' 36"
34	20,40	16,32	16,32	0,0833	4	5h 06' 00"	4h 04' 48"	4h 04' 48"
35	21,00	16,80	16,80	0,0833	4	5h 15' 00"	4h 12' 00"	4h 12' 00"
36	21,60	17,28	17,28	0,0833	4	5h 24' 00"	4h 19' 12"	4h 19' 12"
37	22,20	17,76	17,76	0,0833	4	5h 33' 00"	4h 26' 24"	4h 26' 24"
38	22,80	18,24	18,24	0,0833	4	5h 42' 00"	4h 33' 36"	4h 33' 36"
39	23,40	18,72	18,72	0,0833	4	5h 51' 00"	4h 40' 48"	4h 40' 48"
40	24,00	19,20	19,20	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"	4h 48' 00"

Συντελεστής Εξατμισόμετρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=0,75

Παροχή σταλακτίρα : q = 3,6 l/h

Ισοαχθή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοαχθή φυτών επί της σειράς : St = 0,15m

Ισοαχθή σταλακτιήρων : Se = 0,60 m



Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Έρpan (mm)	Επαφ. 100%ET Ida 100=Erpan*0,8*Kc (mm)	Επαφ. 80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόρτια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάττες αντί φωτό n=St/(3*Se)	Ωραίο ύψος βροχής (mm/h) / (StxSt)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επαφ. It = Ida 100 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επαφ. It=Ida 80/Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόρτια It=Ida υπ./Idh (h)
41	24,60	19,68	19,68	0,0833	4	6h 09' 00"	4h 55' 12"	4h 55' 12"
42	25,20	20,16	20,16	0,0833	4	6h 18' 00"	5h 02' 24"	5h 02' 24"
43	25,80	20,64	20,64	0,0833	4	6h 27' 00"	5h 09' 36"	5h 09' 36"
44	26,40	21,12	21,12	0,0833	4	6h 36' 00"	5h 16' 48"	5h 16' 48"
45	27,00	21,60	21,60	0,0833	4	6h 45' 00"	5h 24' 00"	5h 24' 00"
46	27,60	22,08	22,08	0,0833	4	6h 54' 00"	5h 31' 12"	5h 31' 12"
47	28,20	22,56	22,56	0,0833	4	7h 03' 00"	5h 38' 24"	5h 38' 24"
48	28,80	23,04	23,04	0,0833	4	7h 12' 00"	5h 45' 36"	5h 45' 36"
49	29,40	23,52	23,52	0,0833	4	7h 21' 00"	5h 52' 48"	5h 52' 48"
50	30,00	24,00	24,00	0,0833	4	7h 30' 00"	6h 00' 00"	6h 00' 00"
51	30,60	24,48	24,48	0,0833	4	7h 39' 00"	6h 07' 12"	6h 07' 12"
52	31,20	24,96	24,96	0,0833	4	7h 48' 00"	6h 14' 24"	6h 14' 24"
53	31,80	25,44	25,44	0,0833	4	7h 57' 00"	6h 21' 36"	6h 21' 36"
54	32,40	25,92	25,92	0,0833	4	8h 06' 00"	6h 28' 48"	6h 28' 48"
55	33,00	26,40	26,40	0,0833	4	8h 15' 00"	6h 36' 00"	6h 36' 00"
56	33,60	26,88	26,88	0,0833	4	8h 24' 00"	6h 43' 12"	6h 43' 12"
57	34,20	27,36	27,36	0,0833	4	8h 33' 00"	6h 50' 24"	6h 50' 24"
58	34,80	27,84	27,84	0,0833	4	8h 42' 00"	6h 57' 36"	6h 57' 36"
59	35,40	28,32	28,32	0,0833	4	8h 51' 00"	7h 04' 48"	7h 04' 48"
60	36,00	28,80	28,80	0,0833	4	9h 00' 00"	7h 12' 00"	7h 12' 00"

Συντελεστής Εξατμισόμετρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Kc=0,75

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαοχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαοχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15m

Ισαοχή σταλακτρίων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επαφ.100%ET Ida 100= Epan*0,8*Kc (mm)	Επαφ.80%ET Ida 80= Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.-Ida 100*0,80 (mm)	Συνολικές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Όριο ύψος βροχής Idh=(qmm) / (St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επαφ. It = Ida 100 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επαφ. It=Ida 80 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h)
61	36,60	29,28	29,28	0,0833	4	9h 09' 00"	7h 19' 12"	7h 19' 12"
62	37,20	29,76	29,76	0,0833	4	9h 18' 00"	7h 26' 24"	7h 26' 24"
63	37,80	30,24	30,24	0,0833	4	9h 27' 00"	7h 33' 36"	7h 33' 36"
64	38,40	30,72	30,72	0,0833	4	9h 36' 00"	7h 40' 48"	7h 40' 48"
65	39,00	31,20	31,20	0,0833	4	9h 45' 00"	7h 48' 00"	7h 48' 00"
66	39,60	31,68	31,68	0,0833	4	9h 54' 00"	7h 55' 12"	7h 55' 12"
67	40,20	32,16	32,16	0,0833	4	10h 03' 00"	8h 02' 24"	8h 02' 24"
68	40,80	32,64	32,64	0,0833	4	10h 12' 00"	8h 09' 36"	8h 09' 36"
69	41,40	33,12	33,12	0,0833	4	10h 21' 00"	8h 16' 48"	8h 16' 48"
70	42,00	33,60	33,60	0,0833	4	10h 30' 00"	8h 24' 00"	8h 24' 00"
71	42,60	34,08	34,08	0,0833	4	10h 39' 00"	8h 31' 12"	8h 31' 12"
72	43,20	34,56	34,56	0,0833	4	10h 48' 00"	8h 38' 24"	8h 38' 24"
73	43,80	35,04	35,04	0,0833	4	10h 57' 00"	8h 45' 36"	8h 45' 36"
74	44,40	35,52	35,52	0,0833	4	11h 06' 00"	8h 52' 48"	8h 52' 48"
75	45,00	36,00	36,00	0,0833	4	11h 15' 00"	9h 00' 00"	9h 00' 00"
76	45,60	36,48	36,48	0,0833	4	11h 24' 00"	9h 07' 12"	9h 07' 12"
77	46,20	36,96	36,96	0,0833	4	11h 33' 00"	9h 14' 24"	9h 14' 24"
78	46,80	37,44	37,44	0,0833	4	11h 42' 00"	9h 21' 36"	9h 21' 36"
79	47,40	37,92	37,92	0,0833	4	11h 51' 00"	9h 28' 48"	9h 28' 48"
80	48,00	38,40	38,40	0,0833	4	12h 00' 00"	9h 36' 00"	9h 36' 00"

Συντελεστής Εξατμισόμετρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=0,75

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σφαιρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15m

Ισοποχή σταλακτιήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου.

Εξάτμιση Έρπαν (mm)	Επιφ. 100% ΕΤ Ida 100=Erpan*0,8*Kc (mm)	Επιφ. 80% ΕΤ Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόλοιπο (80% ΕΤ) Ida un=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό r=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxh) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφ.αν. It = Ida 100 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφ.αν. It=Ida 80/Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, ορέγματο It=Ida vz. / Idh (h)
0	0,00	0,00	0,00	0,0833	4	0	0	0
1	0,96	0,77	0,77	0,0833	4	14' 24"	11' 31"	11' 31"
2	1,92	1,54	1,54	0,0833	4	28' 48"	23' 02"	23' 02"
3	2,88	2,30	2,30	0,0833	4	43' 12"	34' 34"	34' 34"
4	3,84	3,07	3,07	0,0833	4	57' 36"	46' 05"	46' 05"
5	4,80	3,84	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"	57' 36"
6	5,76	4,61	4,61	0,0833	4	1h 26' 24"	1h 09' 07"	1h 09' 07"
7	6,72	5,38	5,38	0,0833	4	1h 40' 48"	1h 20' 38"	1h 20' 38"
8	7,68	6,14	6,14	0,0833	4	1h 55' 12"	1h 32' 10"	1h 32' 10"
9	8,64	6,91	6,91	0,0833	4	2h 09' 36"	1h 43' 41"	1h 43' 41"
10	9,60	7,68	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"	1h 55' 12"
11	10,56	8,45	8,45	0,0833	4	2h 38' 24"	2h 06' 43"	2h 06' 43"
12	11,52	9,22	9,22	0,0833	4	2h 52' 48"	2h 18' 14"	2h 18' 14"
13	12,48	9,98	9,98	0,0833	4	3h 07' 12"	2h 29' 46"	2h 29' 46"
14	13,44	10,75	10,75	0,0833	4	3h 21' 36"	2h 41' 17"	2h 41' 17"
15	14,40	11,52	11,52	0,0833	4	3h 36' 00"	2h 52' 48"	2h 52' 48"
16	15,36	12,29	12,29	0,0833	4	3h 50' 24"	3h 04' 19"	3h 04' 19"
17	16,32	13,06	13,06	0,0833	4	4h 04' 48"	3h 15' 50"	3h 15' 50"
18	17,28	13,82	13,82	0,0833	4	4h 19' 12"	3h 27' 22"	3h 27' 22"
19	18,24	14,59	14,59	0,0833	4	4h 33' 36"	3h 38' 53"	3h 38' 53"
20	19,20	15,36	15,36	0,0833	4	4h 48' 00"	3h 50' 24"	3h 50' 24"

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1,2

Παροχή σταλακτήρα: q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων: Se = 0,60 m

**Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).**

Εξέλιξη Έρην (mm)	Επιφ.100% ET Ida 100=Εραπ*0,8*ΚC (mm)	Επιφ.80% ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλακτιές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. It = Ida 100/Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. It=Ida 80 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπέγλυο It=Ida υπ. / Idh (h)
21	20,16	16,13	16,13	0,0833	4	5h 02' 24"	4h 01' 55"	4h 01' 55"
22	21,12	16,90	16,90	0,0833	4	5h 16' 48"	4h 13' 26"	4h 13' 26"
23	22,08	17,66	17,66	0,0833	4	5h 31' 12"	4h 24' 58"	4h 24' 58"
24	23,04	18,43	18,43	0,0833	4	5h 45' 36"	4h 36' 29"	4h 36' 29"
25	24,00	19,20	19,20	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"	4h 48' 00"
26	24,96	19,97	19,97	0,0833	4	6h 14' 24"	4h 59' 31"	4h 59' 31"
27	25,92	20,74	20,74	0,0833	4	6h 28' 48"	5h 11' 04"	5h 11' 04"
28	26,88	21,50	21,50	0,0833	4	6h 43' 12"	5h 22' 34"	5h 22' 34"
29	27,84	22,27	22,27	0,0833	4	6h 57' 36"	5h 34' 05"	5h 34' 05"
30	28,80	23,04	23,04	0,0833	4	7h 12' 00"	5h 45' 36"	5h 45' 36"
31	29,76	23,81	23,81	0,0833	4	7h 26' 24"	5h 57' 07"	5h 57' 07"
32	30,72	24,58	24,58	0,0833	4	7h 40' 48"	6h 08' 38"	6h 08' 38"
33	31,68	25,34	25,34	0,0833	4	7h 55' 12"	6h 20' 10"	6h 20' 10"
34	32,64	26,11	26,11	0,0833	4	8h 09' 36"	6h 31' 41"	6h 31' 41"
35	33,60	26,88	26,88	0,0833	4	8h 24' 00"	6h 43' 12"	6h 43' 12"
36	34,56	27,65	27,65	0,0833	4	8h 38' 24"	6h 54' 43"	6h 54' 43"
37	35,52	28,42	28,42	0,0833	4	8h 52' 48"	7h 06' 14"	7h 06' 14"
38	36,48	29,18	29,18	0,0833	4	9h 07' 12"	7h 17' 46"	7h 17' 46"
39	37,44	29,95	29,95	0,0833	4	9h 21' 36"	7h 29' 17"	7h 29' 17"
40	38,40	30,72	30,72	0,0833	4	9h 36' 00"	7h 40' 48"	7h 40' 48"

Συντελεστής Εξατμισομέτρου:  $K_p = 0,8$

Φυτικός συντελεστής:  $K_c = 1,2$

Παροχή σταλακτίρα :  $q = 3,6 \text{ l/h}$

Ισοποχή σειρών φυτών :  $S_r = 0,50 \text{ m}$

Ισοποχή φυτών επί της σειράς :  $S_t = 0,15 \text{ m}$

Ισοποχή σταλακτιέρων :  $S_e = 0,60 \text{ m}$

**Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).**

Εξάτμιση Έψαν (mm)	Επάρ. 100% ET Ida 100=Εψαν*0,8*Kc (mm)	Επάρ. 80% ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόλεμα (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάττες ανά φυτό η=St/(3*Se)	Ωριμότητα βροχής Idh=(qxn) / (St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επάρσ. It = Ida 100 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επάρσ. It=Ida υπ. / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόλεμα It=Ida υπ. / Idh (h)
41	39,36	31,49	31,49	0,0833	4	9h 50' 24"	7h 52' 19"	7h 52' 19"
42	40,32	32,26	32,26	0,0833	4	10h 04' 48"	8h 03' 50"	8h 03' 50"
43	41,28	33,02	33,02	0,0833	4	10h 19' 12"	8h 15' 22"	8h 15' 22"
44	42,24	33,79	33,79	0,0833	4	10h 33' 36"	8h 26' 53"	8h 26' 53"
45	43,20	34,56	34,56	0,0833	4	10h 48' 00"	8h 38' 24"	8h 38' 24"
46	44,16	35,33	35,33	0,0833	4	11h 02' 24"	8h 49' 55"	8h 49' 55"
47	45,12	36,10	36,10	0,0833	4	11h 16' 48"	9h 01' 26"	9h 01' 26"
48	46,08	36,86	36,86	0,0833	4	11h 31' 12"	9h 12' 58"	9h 12' 58"
49	47,04	37,63	37,63	0,0833	4	11h 45' 36"	9h 24' 29"	9h 24' 29"
50	48,00	38,40	38,40	0,0833	4	12h 00' 00"	9h 36' 00"	9h 36' 00"
51	48,96	39,17	39,17	0,0833	4	12h 14' 24"	9h 47' 24"	9h 47' 24"
52	49,92	39,94	39,94	0,0833	4	12h 28' 48"	9h 58' 48"	9h 58' 48"
53	50,88	40,70	40,70	0,0833	4	12h 43' 12"	10h 10' 48"	10h 10' 48"
54	51,84	41,47	41,47	0,0833	4	12h 57' 36"	10h 22' 12"	10h 22' 12"
55	52,80	42,24	42,24	0,0833	4	12h 12' 00"	10h 33' 36"	10h 33' 36"
56	53,76	43,01	43,01	0,0833	4	13h 26' 24"	10h 45' 00"	10h 45' 00"
57	54,72	43,78	43,78	0,0833	4	13h 40' 48"	10h 56' 24"	10h 56' 24"
58	55,68	44,54	44,54	0,0833	4	13h 55' 12"	11h 08' 24"	11h 08' 24"
59	56,64	45,31	45,31	0,0833	4	14h 09' 36"	11h 19' 48"	11h 19' 48"
60	57,60	46,08	46,08	0,0833	4	14h 24' 00"	11h 31' 12"	11h 31' 12"

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: Kp=0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1,2

Παροχή σταλακτίρα : q = 3,6 l/h

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισαποχή σταλακτιήρων : Se = 0,60 m

**Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξετμισόμετρου (συνέχεια).**

Εξέτμιση Epan (mm)	Εποφ.100% ET Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm)	Εποφ.80% ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάτες ανά φυτό π=S/(3*Se)	Ωριό ύψος βροχής Idh=(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επασπ. It=Ida100Mdh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επασπ. It=Ida 80 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h)
61	58,56	46,85	46,85	0,0833	4	14h 38' 24"	11h 42' 36"	11h 42' 36"
62	59,52	47,62	47,62	0,0833	4	14h 52' 48"	11h 54' 00"	11h 54' 00"
63	60,48	48,38	48,38	0,0833	4	15h 07' 12"	12h 06' 00"	12h 06' 00"
64	61,44	49,15	49,15	0,0833	4	15h 21' 36"	12h 17' 24"	12h 17' 24"
65	62,40	49,92	49,92	0,0833	4	15h 36' 00"	12h 28' 48"	12h 28' 48"
66	63,36	50,69	50,69	0,0833	4	15h 50' 24"	12h 40' 12"	12h 40' 12"
67	64,32	51,46	51,46	0,0833	4	16h 04' 48"	12h 51' 36"	12h 51' 36"
68	65,28	52,22	52,22	0,0833	4	16h 19' 12"	13h 03' 36"	13h 03' 36"
69	66,24	52,99	52,99	0,0833	4	16h 33' 36"	13h 15' 00"	13h 15' 00"
70	67,20	53,76	53,76	0,0833	4	16h 48' 00"	13h 26' 24"	13h 26' 24"
71	68,16	54,53	54,53	0,0833	4	17h 02' 24"	13h 37' 48"	13h 37' 48"
72	69,12	55,30	55,30	0,0833	4	17h 16' 48"	13h 49' 12"	13h 49' 12"
73	70,08	56,06	56,06	0,0833	4	17h 45' 36"	14h 01' 12"	14h 01' 12"
74	71,04	56,83	56,83	0,0833	4	17h 45' 36"	14h 12' 36"	14h 12' 36"
75	72,00	57,60	57,60	0,0833	4	18h 00' 00"	14h 24' 00"	14h 24' 00"
76	72,96	58,37	58,37	0,0833	4	18h 14' 24"	14h 35' 24"	14h 35' 24"
77	73,92	59,14	59,14	0,0833	4	18h 28' 48"	14h 46' 48"	14h 46' 48"
78	74,88	59,90	59,90	0,0833	4	18h 43' 12"	14h 58' 48"	14h 58' 48"
79	75,84	60,67	60,67	0,0833	4	18h 57' 36"	15h 10' 12"	15h 10' 12"
80	76,80	61,44	61,44	0,0833	4	19h 12' 00"	15h 21' 36"	15h 21' 36"

Συντελεστής Εξετμισόμετρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1,2

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαοχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαοχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισαοχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου.

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100% ΕΤ I <sub>da</sub> 100=Epan*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80% ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόλοιπα (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριμότητα βροχής I <sub>dh</sub> =(q <sub>κπ</sub> ) / (St*St) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100/I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> =I <sub>da</sub> 80/I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> =I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (h)
0	0,00	0,00	0,00	0,0833	4	0	0	0
1	0,80	0,64	0,64	0,0833	4	12' 00"	09' 36"	09' 36"
2	1,60	1,28	1,28	0,0833	4	24' 00"	19' 12"	19' 12"
3	2,40	1,92	1,92	0,0833	4	36' 00"	28' 48"	28' 48"
4	3,20	2,56	2,56	0,0833	4	48' 00"	38' 24"	38' 24"
5	4,00	3,20	3,20	0,0833	4	1h 00' 00"	48' 00"	48' 00"
6	4,80	3,84	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"	57' 36"
7	5,60	4,48	4,48	0,0833	4	1h 24' 00"	1h 07' 12"	1h 07' 12"
8	6,40	5,12	5,12	0,0833	4	1h 36' 00"	1h 16' 48"	1h 16' 48"
9	7,20	5,76	5,76	0,0833	4	1h 48' 00"	1h 26' 24"	1h 26' 24"
10	8,00	6,40	6,40	0,0833	4	2h 00' 00"	1h 36' 00"	1h 36' 00"
11	8,80	7,04	7,04	0,0833	4	2h 12' 00"	1h 45' 36"	1h 45' 36"
12	9,60	7,68	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"	1h 55' 12"
13	10,40	8,32	8,32	0,0833	4	2h 36' 00"	2h 04' 48"	2h 04' 48"
14	11,20	8,96	8,96	0,0833	4	2h 48' 00"	2h 14' 24"	2h 14' 24"
15	12,00	9,60	9,60	0,0833	4	3h 00' 00"	2h 24' 00"	2h 24' 00"
16	12,80	10,24	10,24	0,0833	4	3h 12' 00"	2h 33' 36"	2h 33' 36"
17	13,60	10,88	10,88	0,0833	4	3h 24' 00"	2h 43' 12"	2h 43' 12"
18	14,40	11,52	11,52	0,0833	4	3h 36' 00"	2h 52' 48"	2h 52' 48"
19	15,20	12,16	12,16	0,0833	4	3h 48' 00"	3h 02' 24"	3h 02' 24"
20	16,00	12,80	12,80	0,0833	4	4h 00' 00"	3h 12' 00"	3h 12' 00"

Συντελεστής Εξατμισομέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής: K<sub>c</sub>=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : S<sub>r</sub> = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S<sub>t</sub> = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=Epan*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγεια (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=Su/(3*Se)	Ωμίσιό ύψος βροχής I <sub>dt</sub> =(qxn)/(St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφ.αν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dt</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφ.αν. I <sub>t</sub> =I <sub>da</sub> 80/I <sub>dt</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> =I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dt</sub> (h)
21	16,80	13,44	13,44	0,0833	4	4h 12' 00"	3h 21' 36"	3h 21' 36"
22	17,60	14,08	14,08	0,0833	4	4h 24' 00"	3h 31' 12"	3h 31' 12"
23	18,40	14,72	14,72	0,0833	4	4h 36' 00"	3h 40' 48"	3h 40' 48"
24	19,20	15,36	15,36	0,0833	4	4h 48' 00"	3h 50' 24"	3h 50' 24"
25	20,00	16,00	16,00	0,0833	4	5h 00' 00"	4h 00' 00"	4h 00' 00"
26	20,80	16,64	16,64	0,0833	4	5h 12' 00"	4h 09' 36"	4h 09' 36"
27	21,60	17,28	17,28	0,0833	4	5h 24' 00"	4h 19' 12"	4h 19' 12"
28	22,40	17,92	17,92	0,0833	4	5h 36' 00"	4h 28' 48"	4h 28' 48"
29	23,20	18,56	18,56	0,0833	4	5h 48' 00"	4h 38' 24"	4h 38' 24"
30	24,00	19,20	19,20	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"	4h 48' 00"
31	24,80	19,84	19,84	0,0833	4	6h 12' 00"	4h 57' 36"	4h 57' 36"
32	25,60	20,48	20,48	0,0833	4	6h 24' 00"	5h 07' 20"	5h 07' 20"
33	26,40	21,12	21,12	0,0833	4	6h 36' 00"	5h 16' 48"	5h 16' 48"
34	27,20	21,76	21,76	0,0833	4	6h 48' 00"	5h 26' 24"	5h 26' 24"
35	28,00	22,40	22,40	0,0833	4	7h 00' 00"	5h 36' 00"	5h 36' 00"
36	28,80	23,04	23,04	0,0833	4	7h 12' 00"	5h 45' 36"	5h 45' 36"
37	29,60	23,68	23,68	0,0833	4	7h 24' 00"	5h 55' 12"	5h 55' 12"
38	30,40	24,32	24,32	0,0833	4	7h 36' 00"	6h 04' 48"	6h 04' 48"
39	31,20	24,96	24,96	0,0833	4	7h 48' 00"	6h 14' 24"	6h 14' 24"
40	32,00	25,60	25,60	0,0833	4	8h 00' 00"	6h 24' 00"	6h 24' 00"

Συντελεστής Εξατμισέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής: K<sub>c</sub>=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m



Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ET Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάκιες ανά φυτό n=Si/(I*Se)	Ωριαίο όγκος βροχής Idh=(qxn) / (SixSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επαφ.αν. It = Ida 100 Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επαφ.αν. It=Ida 80/Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h)
41	32,80	26,24	26,24	0,0833	4	8h 12' 00"	6h 33' 36"	6h 33' 36"
42	33,60	26,88	26,88	0,0833	4	8h 24' 00"	6h 43' 12"	6h 43' 12"
43	34,40	27,52	27,52	0,0833	4	8h 36' 00"	6h 52' 48"	6h 52' 48"
44	35,20	28,16	28,16	0,0833	4	8h 48' 00"	7h 02' 24"	7h 02' 24"
45	36,00	28,80	28,80	0,0833	4	9h 00' 00"	7h 12' 00"	7h 12' 00"
46	36,80	29,44	29,44	0,0833	4	9h 12' 00"	7h 21' 36"	7h 21' 36"
47	37,60	30,08	30,08	0,0833	4	9h 24' 00"	7h 31' 12"	7h 31' 12"
48	38,40	30,72	30,72	0,0833	4	9h 36' 00"	7h 40' 48"	7h 40' 48"
49	39,20	31,36	31,36	0,0833	4	9h 48' 00"	7h 50' 24"	7h 50' 24"
50	40,00	32,00	32,00	0,0833	4	10h 00' 00"	8h 00' 00"	8h 00' 00"
51	40,80	32,64	32,64	0,0833	4	10h 12' 00"	8h 09' 36"	8h 09' 36"
52	41,60	33,28	33,28	0,0833	4	10h 24' 00"	8h 19' 12"	8h 19' 17"
53	42,40	33,92	33,92	0,0833	4	10h 36' 00"	8h 28' 48"	8h 28' 48"
54	43,20	34,56	34,56	0,0833	4	10h 48' 00"	8h 38' 24"	8h 38' 24"
55	44,00	35,20	35,20	0,0833	4	11h 00' 00"	8h 48' 00"	8h 48' 00"
56	44,80	35,84	35,84	0,0833	4	11h 12' 00"	8h 57' 36"	8h 57' 36"
57	45,60	36,48	36,48	0,0833	4	11h 24' 00"	9h 07' 12"	9h 07' 12"
58	46,40	37,12	37,12	0,0833	4	11h 36' 00"	9h 16' 48"	9h 16' 48"
59	47,20	37,76	37,76	0,0833	4	11h 48' 00"	9h 26' 24"	9h 26' 24"
60	48,00	38,40	38,40	0,0833	4	12h 00' 00"	9h 36' 00"	9h 36' 00"

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1

Παροχή σταλακτίτρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτίτρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρούτσυλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Epan 100=Epan*0,8*Kc (mm)	Epan 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάττες ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh={qxn)/(St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επαφ. It= Ida 100 /Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επαφ. It=Ida 807 /Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h)
61	48,80	39,04	39,04	0,0833	4	12h 12' 00"	9h 45' 36"	9h 45' 36"
62	49,60	39,68	39,68	0,0833	4	12h 24' 00"	9h 55' 12"	9h 55' 12"
63	50,40	40,32	40,32	0,0833	4	12h 36' 00"	10h 04' 48"	10h 04' 48"
64	51,20	40,96	40,96	0,0833	4	12h 48' 00"	10h 14' 24"	10h 14' 24"
65	52,00	41,60	41,60	0,0833	4	13h 00' 00"	10h 24' 00"	10h 24' 00"
66	52,80	42,24	42,24	0,0833	4	13h 12' 00"	10h 33' 36"	10h 33' 36"
67	53,60	42,88	42,88	0,0833	4	13h 24' 00"	10h 43' 20"	10h 43' 20"
68	54,40	43,52	43,52	0,0833	4	13h 36' 00"	10h 52' 48"	10h 52' 48"
69	55,20	44,16	44,16	0,0833	4	13h 48' 00"	11h 02' 24"	11h 02' 24"
70	56,00	44,80	44,80	0,0833	4	14h 00' 00"	11h 12' 00"	11h 12' 00"
71	56,80	45,44	45,44	0,0833	4	14h 12' 00"	11h 21' 36"	11h 21' 36"
72	57,60	46,08	46,08	0,0833	4	14h 24' 00"	11h 31' 12"	11h 31' 12"
73	58,40	46,72	46,72	0,0833	4	14h 36' 00"	11h 40' 48"	11h 40' 48"
74	59,20	47,36	47,36	0,0833	4	14h 48' 00"	11h 50' 24"	11h 50' 24"
75	60,00	48,00	48,00	0,0833	4	15h 00' 00"	12h 00' 00"	12h 00' 00"
76	60,80	48,64	48,64	0,0833	4	15h 12' 00"	12h 09' 36"	12h 09' 36"
77	61,60	49,28	49,28	0,0833	4	15h 24' 00"	12h 19' 12"	12h 19' 12"
78	62,40	49,92	49,92	0,0833	4	15h 36' 00"	12h 28' 48"	12h 28' 48"
79	63,20	50,56	50,56	0,0833	4	15h 48' 00"	12h 38' 24"	12h 38' 24"
80	64,00	51,20	51,20	0,0833	4	16h 00' 00"	12h 48' 00"	12h 48' 00"

Συντελεστής Εξατμισόμετρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

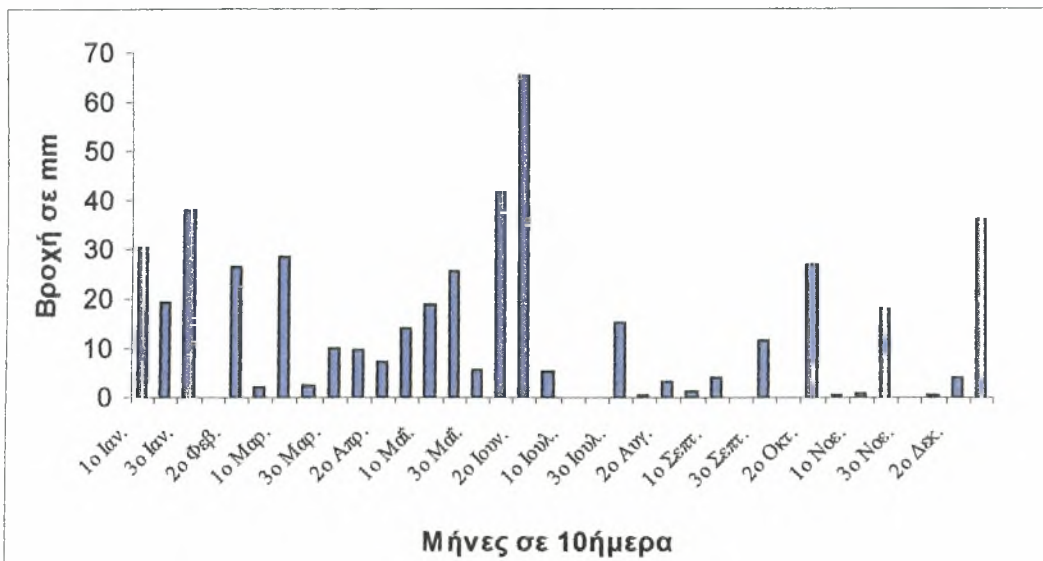
Ισοποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισοποχή σταλακττήρων : Se = 0,60 m

## Κεφάλαιο 4ο.

### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζονται ανά 10ήμερο, οι τιμές βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του έτους 2004 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το οποίο βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας.



Σχήμα 4.1 Τιμές βροχόπτωσης ανά 10ήμερο του έτους 2004.

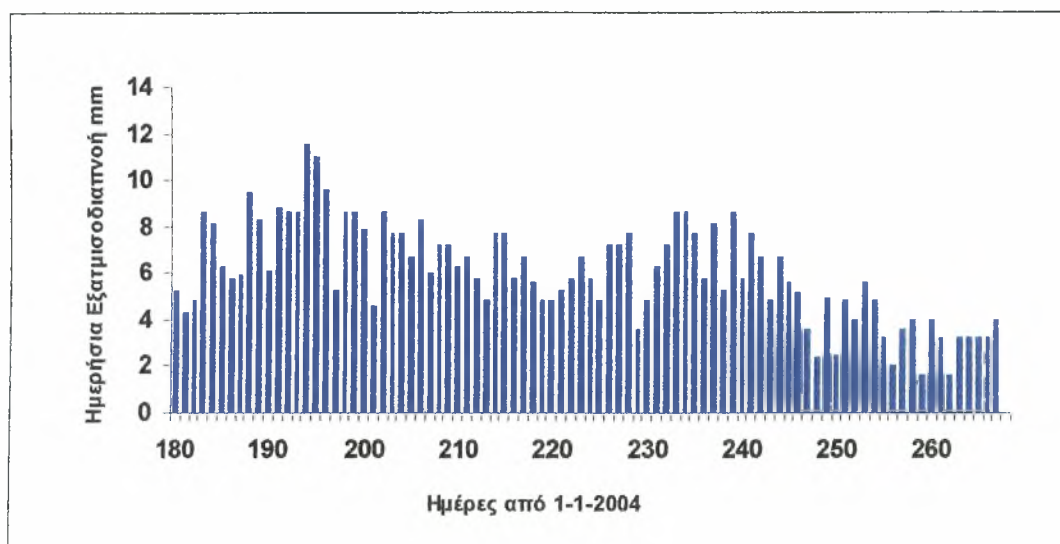
Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα, κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 7 βροχοπτώσεις με μεγαλύτερης έντασης εκείνη που σημειώθηκε στις 24/07/2004 (6,29mm). Από την ημερομηνία έναρξης της στάγδην άρδευσης (02/07/2004) έως και την ημερομηνία της τελευταίας άρδευσης (24/09/2004) η συνολική βροχόπτωση ήταν 24,27mm. Από την ημερομηνία σποράς (16/04/2004) έως και την έναρξη της στάγδην άρδευσης η συνολική βροχόπτωση ήταν 183,4mm, με μεγαλύτερης έντασης επεισόδιο εκείνο που σημειώθηκε στις 19/06/2004 (60,94mm).

Οι μειωμένες βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της κύριας αρδευτικής περιόδου έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη αξιολόγηση των μεθόδων

άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαρότευτλων, αφού οι αναγκαίες ποσότητες νερού χορηγήθηκαν κατά κύριο λόγο μέσω της άρδευσης.

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.2.

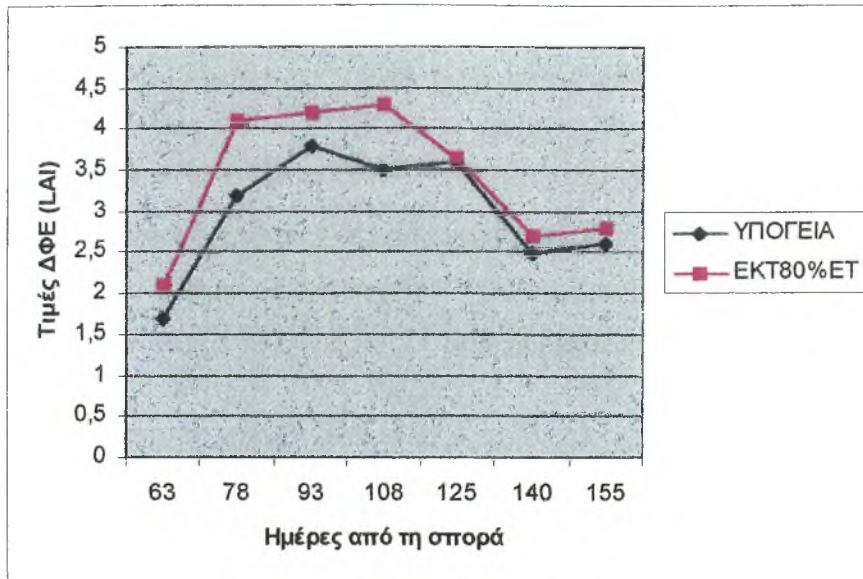
Η μεγαλύτερή της τιμή, 11,52mm, σημειώθηκε στις 12/07/2004.



Σχήμα 4.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (στήλη 11 του Πίνακα 3.2).

#### 4.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζεται η εξέλιξη του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης (Υπόγεια και ΕΚΤ 80% ΕΤ).



**Σχήμα 4.3** Εξέλιξη του ΔΦΕ (LAI) κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο παραπάνω Σχήμα 4.3 στην Υπόγεια μεταχείριση οι τιμές του ΔΦΕ (LAI), είναι μικρότερες από τις τιμές της μεταχείρισης ΕΚΤ 80% ΕΤ σε όλη σχεδόν τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Όπως θα φανεί και στα παρακάτω αποτελέσματα αυτό ίσως να συνετέλεσε σε μεγάλο βαθμό έτσι ώστε η Υπόγεια μεταχείριση να εμφανίσει στο τέλος μεγαλύτερη τιμή σε ζαχαρικό τίτλο.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως και οι δύο μεταχειρίσεις παρουσίασαν μέγιστη τιμή του ΔΦΕ κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση στις 22/07/2004, 93 ημέρες δηλαδή μετά τη σπορά. Από εκείνη την ημερομηνία και έπειτα οι τιμές του ΔΦΕ και των δύο μεταχειρίσεων μειώνονταν σταδιακά, για να αρχίσουν να σταθεροποιούνται πάλι από την 6<sup>η</sup> μέτρηση και μετά, δηλαδή από τις 07/09/2004 (Πίνακας 4.1). Η πτώση αυτή των τιμών σε αυτή την περίοδο μάλλον οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν σ' αυτό το χρονικό διάστημα και οι οποίες επηρέασαν αρνητικά την ανάπτυξη του φυλλώματος.

Η μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ σημείωσε μεγαλύτερες τιμές στο ΔΦΕ από ότι η Υπόγεια αφού τα επιφανειακά στρώματα της Υπόγειας διατηρούνται στεγνά και έτσι δεν ήταν δυνατή η διαλυτοποίηση του αζώτου που είχε εφαρμοστεί αρχικά. Η

υγρασία του εδάφους συμβάλει σημαντικά στη διαλυτοποίηση του αζώτου, το οποίο βοηθά στην ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας των ζαχαρότευτλων.

**Πίνακας 4.1** Μέσοι όροι των 4 επαναληπτικών μετρήσεων για κάθε ημερομηνία μέτρησης του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) στις δύο μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων
<b>1<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
22/6 <sup>α</sup>	Υπόγεια	1,70
63 <sup>β</sup>	ΕΚΤ 80%ΕΤ	2,10
<b>2<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
7/7	Υπόγεια	3,20
78	ΕΚΤ 80%ΕΤ	4,10
<b>3<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
22/7	Υπόγεια	3,80
93	ΕΚΤ 80%ΕΤ	4,20
<b>4<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
6/8	Υπόγεια	3,50
108	ΕΚΤ 80%ΕΤ	4,30
<b>5<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
23/8	Υπόγεια	3,60
125	ΕΚΤ 80%ΕΤ	3,65
<b>6<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
7/9	Υπόγεια	2,50
140	ΕΚΤ 80%ΕΤ	2,70
<b>7<sup>η</sup> μέτρηση</b>		
22/9	Υπόγεια	2,60
155	ΕΚΤ 80%ΕΤ	2,80

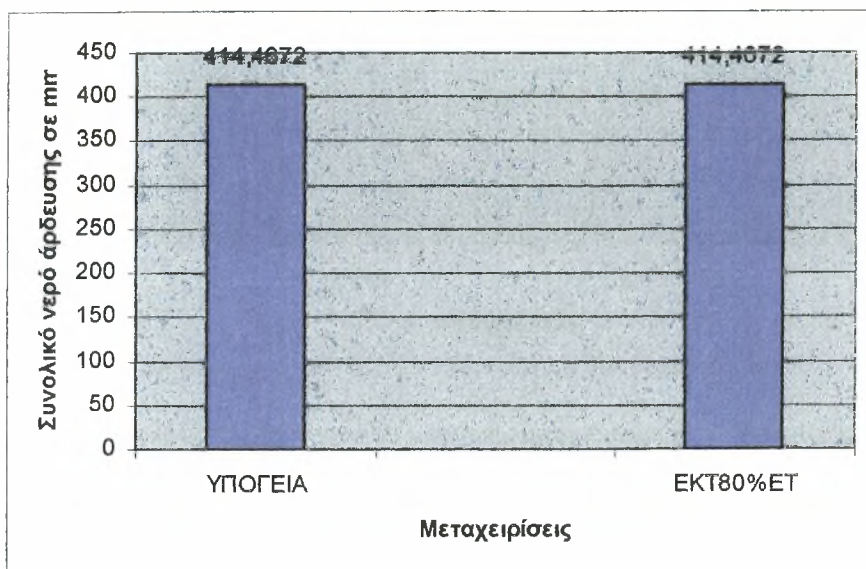
<sup>α</sup> Ημερομηνία μέτρησης

<sup>β</sup> Μέρες από τη σπορά

#### 4.3 Νερό που χορηγήθηκε σε κάθε μεταχείριση

Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω της στάγδην άρδευσης κατά το χρονικό διάστημα από 02/07/2004 έως και 24/09/2004, ήταν 414,4672 mm για τις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 80% ΕΤ και Υπόγεια, οι οποίες δέχθηκαν το 80% των υπολογιζόμενων καθαρών αναγκών (Σχ. 4.4). Επιπλέον κατά το χρονικό αυτό

διάστημα η καλλιέργεια δέχθηκε ένα πολύ μικρό ποσοστό νερού (24,27 mm) από βροχόπτωση.



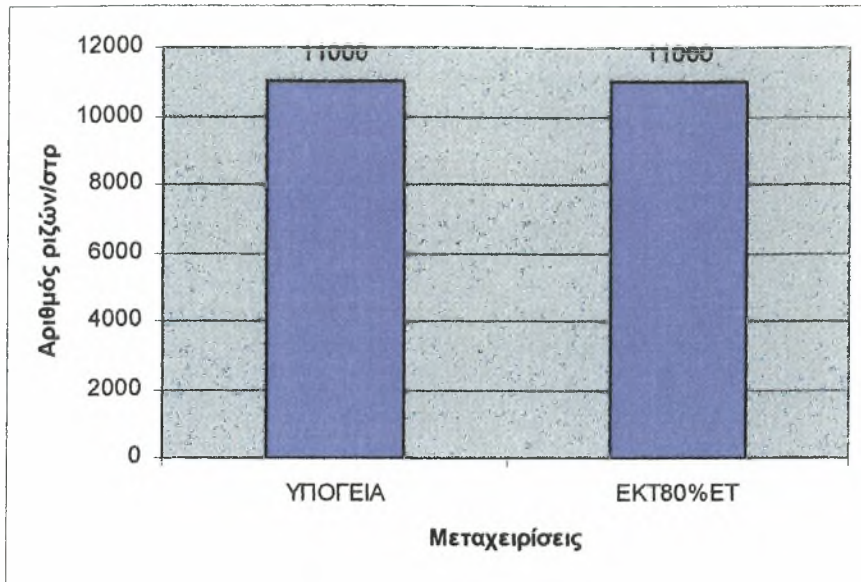
**Σχήμα 4.4** Συνολικό νερό που χορηγήθηκε με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης σε κάθε μεταχείριση.

Σύμφωνα τώρα με την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης οι ανάγκες σε νερό των ζαχαρότευτλων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής χρονιάς με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, είναι από 540 m<sup>3</sup>/στρ. στην περιοχή της Θράκης έως 610 m<sup>3</sup>/στρ. στην πεδιάδα της Θεσσαλίας, με μία διακύμανση προς τα πάνω ή προς τα κάτω 10%, η οποία οφείλεται στις μεταβολές του καιρού χρόνο με το χρόνο. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στο σχήμα 4.4 συμφωνούν περίπου με αυτά της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης.

#### 4.4 Αποτελέσματα δειγματοληψιών

##### 4.4.1 Αριθμός ριζών

Στα σχήματα 4.5 και 4.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τον αριθμό ριζών/στρ. της πρώτης και της δεύτερης δειγματοληψίας αντίστοιχα.

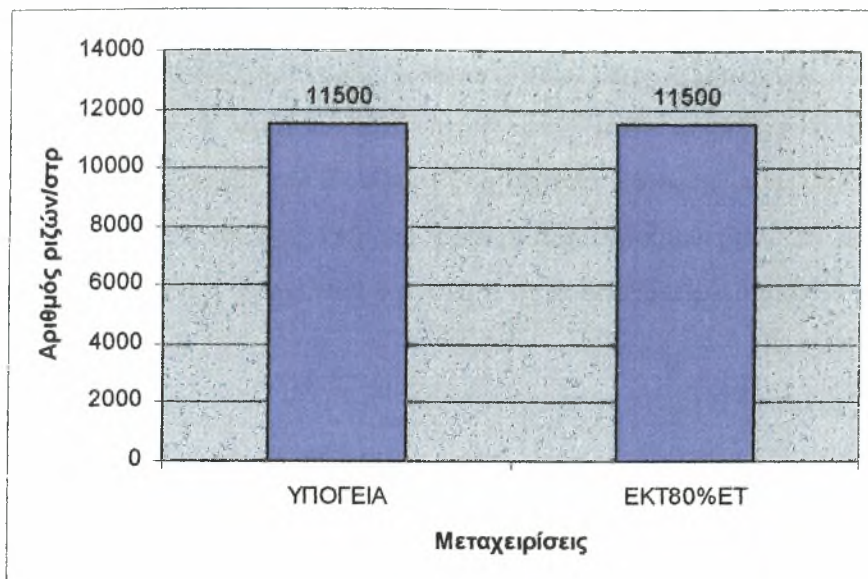


Σχήμα 4.5 Αριθμός ριζών στις δύο μεταχειρίσεις κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία (15/7/2004).

Πίνακας 4.2 Αριθμός ριζών στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία (91 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	12000	12000
2	12000	10000
3	10000	12000
4	10000	10000
<b>Μ.Ο.</b>	11000	11000





Σχήμα 4.6 Αριθμός ριζών στις δύο μεταχειρίσεις κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).

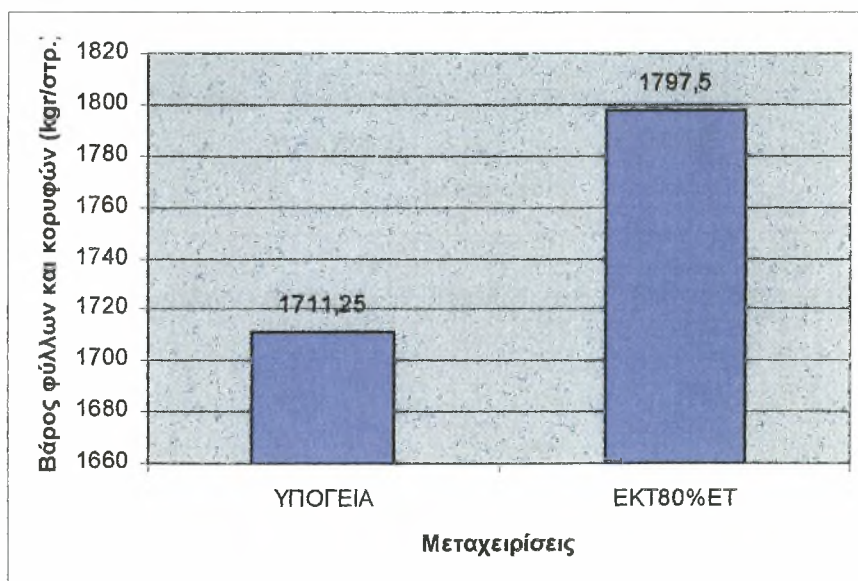
Πίνακας 4.3 Αριθμός ριζών στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ
	Υπόγεια	ΕΚΤ80%ΕΤ
1	12000	12000
2	10000	12000
3	12000	12000
4	12000	10000
<b>Μ.Ο.</b>	11500	11500

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από τα παραπάνω σχήματα ο αριθμός ριζών δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ούτε στην πρώτη ούτε στη δεύτερη δειγματοληψία αφού η ομοιομορφία φυτρώματος στον πειραματικό αγρό ήταν αρκετά καλή. Σύμφωνα με την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε. (2001), για τις δεδομένες αποστάσεις σποράς (50 cm μεταξύ των γραμμών και 15 cm επί της γραμμής) υπολογίζεται η φυτρωτική ικανότητα σε ποσοστό περίπου 80%.

#### 4.4.2 Βάρος φύλλων και κορυφών

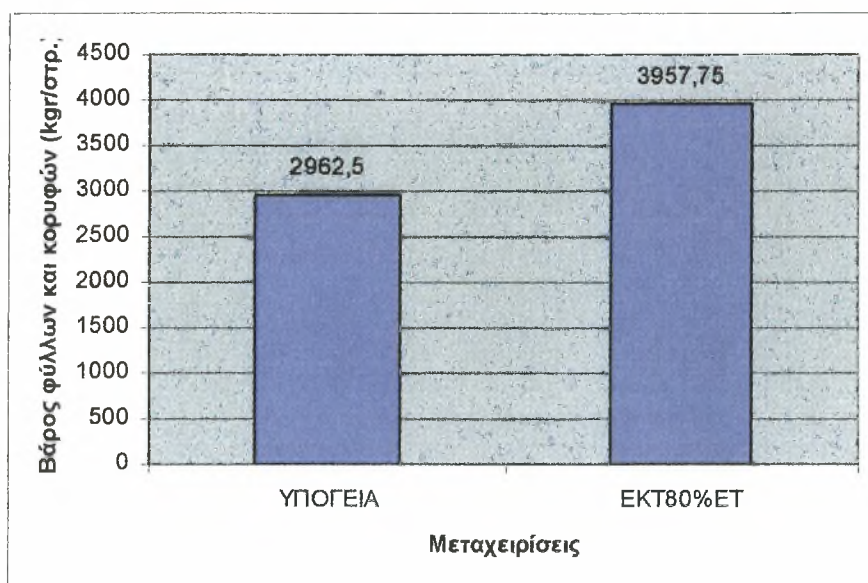
Κατά την πρώτη δειγματοληψία του Ιουλίου (Σχ. 4.7) δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις.



Σχήμα 4.7 Βάρος φύλλων και κορυφών, kg/στρ. στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία (15/7/2004).

**Πίνακας 4.4 Βάρος φύλλων και κορυφών στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία (91 ημέρες από τη σπορά).**

<b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ</b>	<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια</b>	<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ</b>
1	1715	1740
2	1740	1680
3	1540	2090
4	1850	1680
<b>Μ.Ο.</b>	<b>1711,25 kgr/στρ.</b>	<b>1797,5 kgr/στρ.</b>



**Σχήμα 4.8 Βάρος φύλλων και κορυφών, kgr/στρ. στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).**

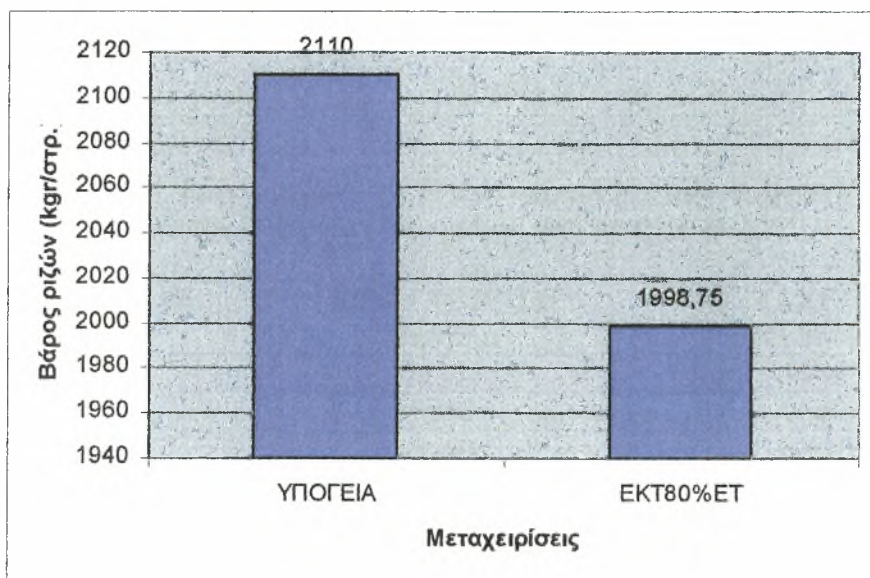
**Πίνακας 4.5 Βάρος φύλλων και κορυφών στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).**

<b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ</b>	<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια</b>	<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ</b>
1	2860	3880
2	2780	3932
3	2890	4065
4	3320	3954
<b>Μ.Ο.</b>	<b>2962,5 kgr/στρ.</b>	<b>3957,75 kgr/στρ.</b>

Το βάρος φύλλων και κορυφών στην υπόγεια μεταχείριση ήταν μικρότερο από τη μεταχείριση ΕΚΤ 80% ΕΤ και στις δύο δειγματοληψίες, σε όλη δηλαδή τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

#### 4.4.3 Βάρος ριζών

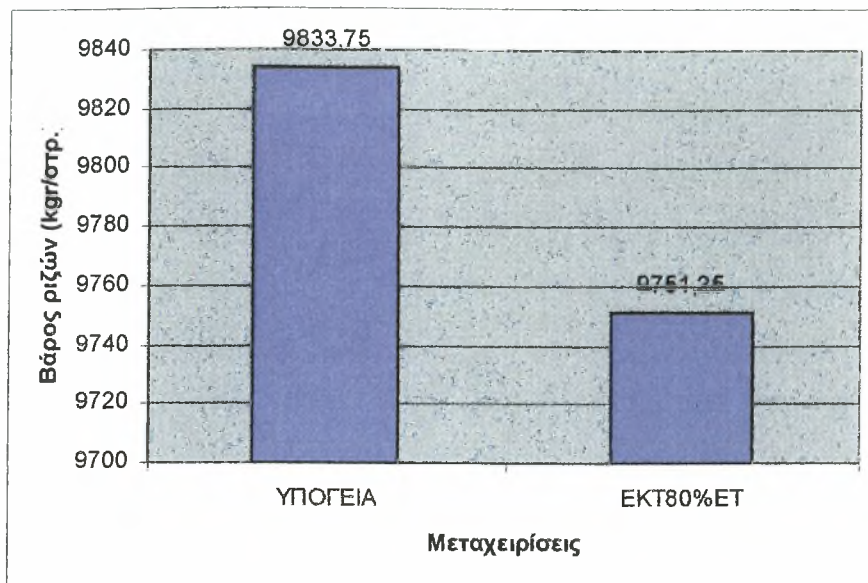
Τα αποτελέσματα του βάρους ριζών στις δύο δειγματοληψίες, του Ιουλίου και του Αυγούστου παρουσιάζονται στα σχήματα 4.9 και 4.10.



Σχήμα 4.9 Βάρος ριζών, kg/στρ. στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία (15/7/2004).

Πίνακας 4.6 Βάρος ριζών στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία (91 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	2050	1840
2	2120	2185
3	2090	1880
4	2180	2090
<b>Μ.Ο.</b>	2110 kg/στρ.	1998,75 kg/στρ.



Σχήμα 4.10 Βάρος ριζών, kg/στρ. στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).

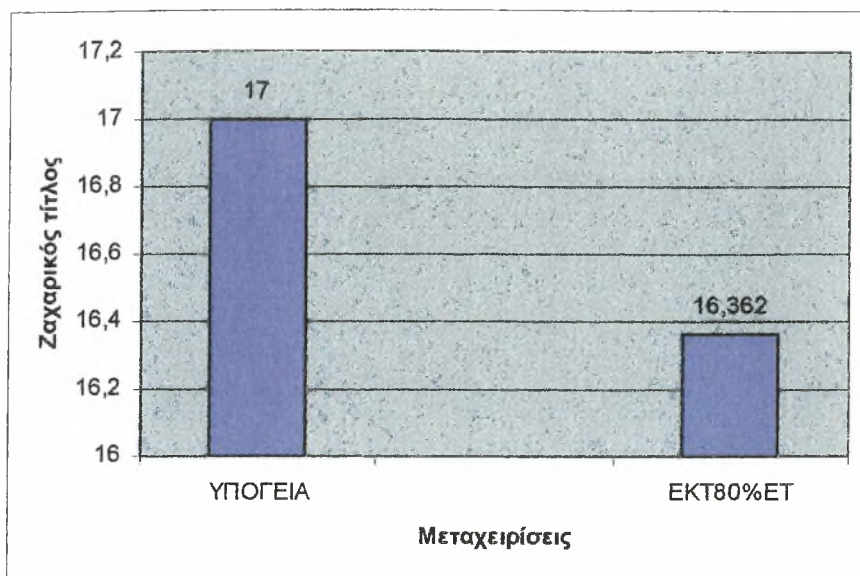
Πίνακας 4.7 Βάρος ριζών στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	10160	9460
2	9865	9560
3	9450	10620
4	9860	9365
<b>Μ.Ο.</b>	9833,75 kg/στρ.	9751,25 kg/στρ.

Στην πρώτη δειγματοληψία μεγαλύτερο βάρος ριζών, από τις δύο μεταχειρίσεις, Υπόγεια και ΕΚΤ 80%ΕΤ, δίνει η Υπόγεια. Η διαφορά αυτή διατηρείται και στη δεύτερη δειγματοληψία.

#### 4.4.4 Ζαχαρικός τίτλος (Pol)

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.11 η Υπόγεια έδωσε μεγαλύτερο ζαχαρικό τίτλο από τη μεταχείριση ΕΚΤ 80%ΕΤ χωρίς όμως η διαφορά αυτή να είναι στατιστικώς σημαντική.



Σχήμα 4.11 Ζαχαρικός τίτλος στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.

Πίνακας 4.8 Ζαχαρικός τίτλος στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

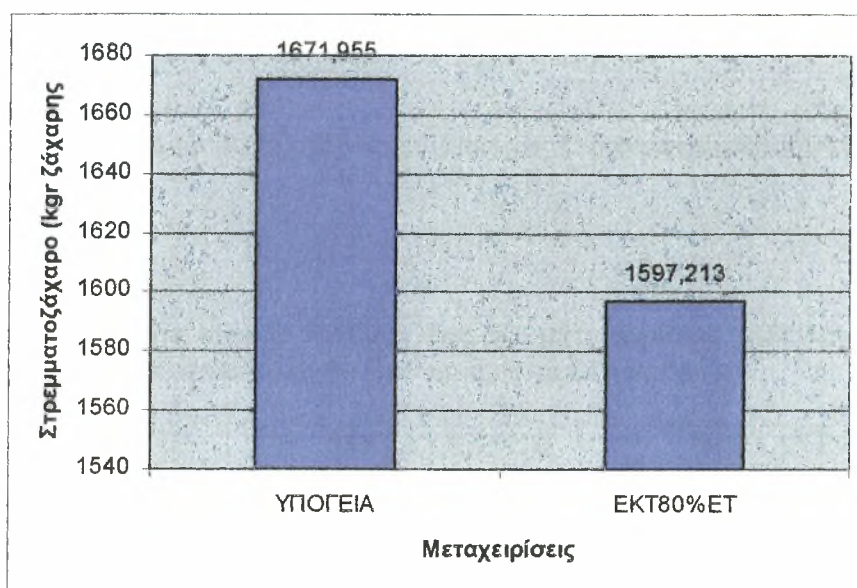
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	17,3	16,4
2	16,35	16,3
3	17,	16,9
4	17,35	15,85
<b>Μ.Ο.</b>	17 Pol	16,362 Pol

#### 4.4.5 Βάρος ριζών σε σχέση με το ζαχαρικό τίτλο

Η σχέση ανάμεσα στο ζαχαρικό τίτλο και στο βάρος ριζών της δεύτερης δειγματοληψίας, είναι αντιστρόφως ανάλογη, όπως αναφέρει και σε αντίστοιχα αποτελέσματά του ο Wolf (1995).

#### 4.4.6 Στρεμματοζάχαρο - Αξία αγοράς ζαχαρότευτλων

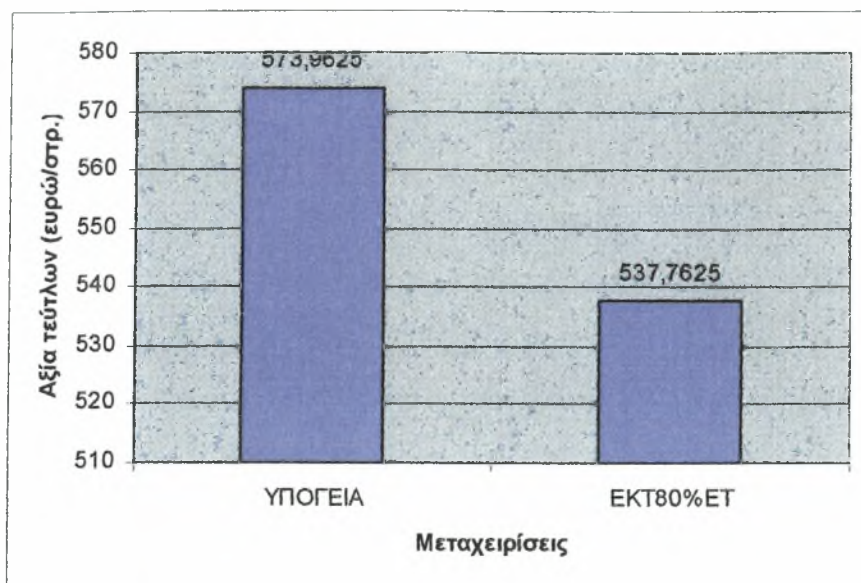
Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, την εποχή της συγκομιδής παρουσιάζεται υπεροχή του στρεμματοζάχαρου της μεταχείρισης Υπόγεια σε σχέση με τη μεταχείριση ΕΚΤ 80%ΕΤ χωρίς ωστόσο να είναι στατιστικά σημαντική. Η αξία παραγωγής είναι ελάχιστα μεγαλύτερη για την Υπόγεια χωρίς όμως η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική (Σχ. 4.12).



Σχήμα 4.12 Στρεμματοζάχαρο στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).

Πίνακας 4.9 Στρεμματοζάχαρο στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	1757,68	1551,44
2	1612,93	1558,28
3	1606,5	1794,78
4	1710,71	1484,35
<b>Μ.Ο.</b>	1671,955 kgr ζάχαρης	1597,213 kgr ζάχαρης



Σχήμα 4.13 Αξία αγοράς τεύτλων στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).

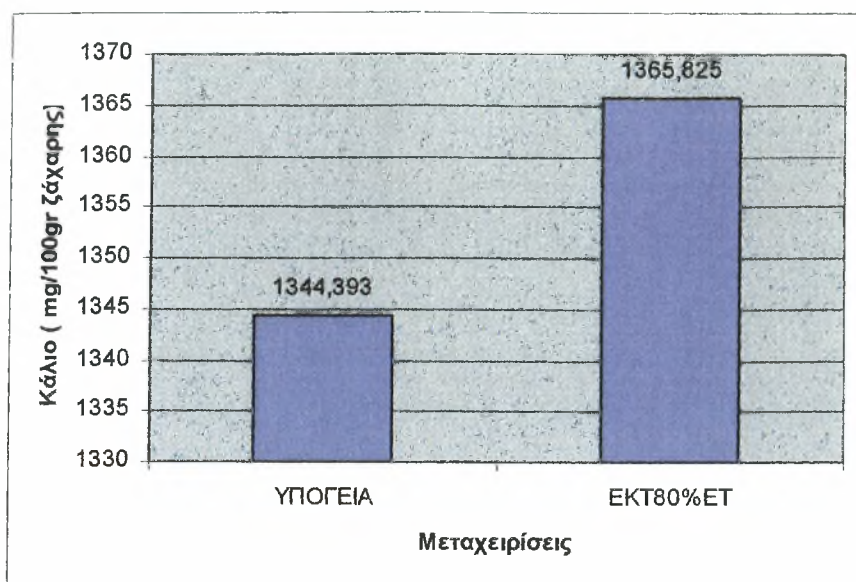
Πίνακας 4.10 Αξία αγοράς τεύτλων στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	608,68	522,66
2	542,48	523,31
3	551,41	614,26
4	593,28	490,82
<b>Μ.Ο.</b>	<b>573,9625 ευρώ/στρ.</b>	<b>537,7625 ευρώ/στρ.</b>

#### 4.4.7 Μελασσογόνα συστατικά (K, Na, α-N)

Η περιεκτικότητα των δύο μεταχειρίσεων στις ρίζες των τεύτλων σε K, Na και α-άμινο N κατά τη δεύτερη δειγματοληψία της περιόδου της συγκομιδής παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα, 4.14, 4.15, 4.16.





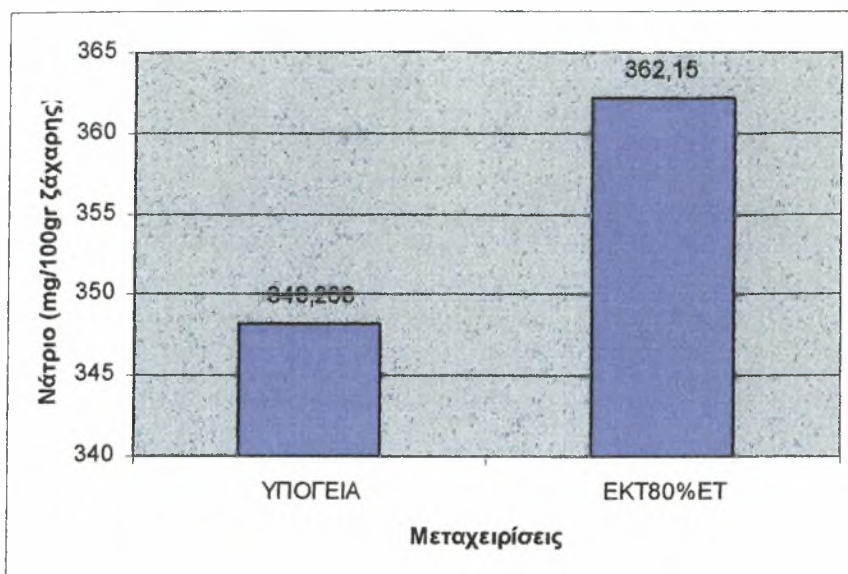
Σχήμα 4.14 Περιεκτικότητα Κ στη ρίζα του τεύτλου στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία. (4/9/2004).

Πίνακας 4.11 Περιεκτικότητα Κ στη ρίζα του τεύτλου στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγειο	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	1366,13	1369,75
2	1311,92	1294,42
3	1330,59	1389,23
4	1368,93	1409,9
<b>Μ.Ο.</b>	1344,393 mg/100gr ζάχαρης	1365,825 mg/100gr ζάχαρης

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.14 οι δύο μεταχειρίσεις έχουν περίπου την ίδια περιεκτικότητα σε Κ με πολύ μικρή υπεροχή της Υπόγειας. Η διαφορά όμως αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Στο παρακάτω Σχήμα 4.15 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα στις ρίζες των ζαχαρότευτλων σε Na στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.



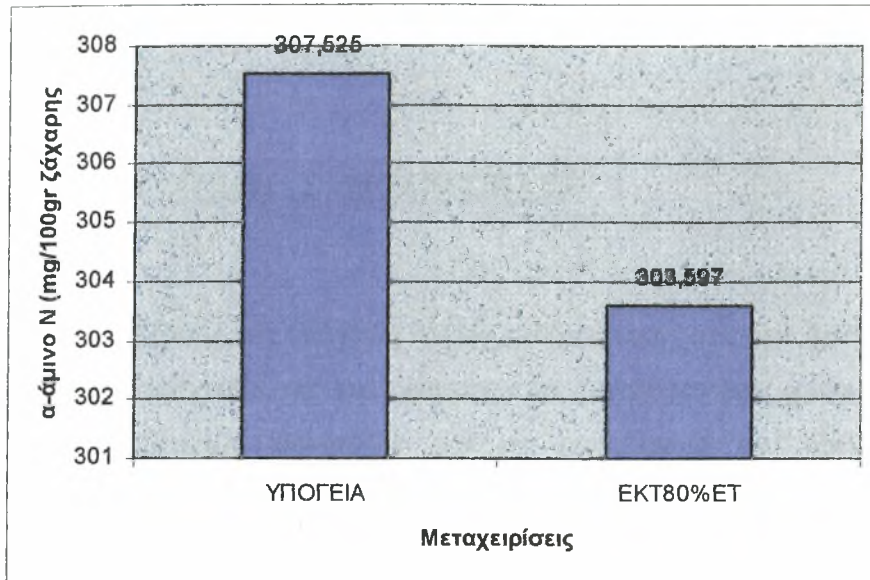
Σχήμα 4.15 Περιεκτικότητα Na στη ρίζα του τεύτλου στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).

Πίνακας 4.12 Περιεκτικότητα Na στη ρίζα του τεύτλου στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	301,79	279,08
2	398,1	321,72
3	353,12	432,78
4	334,06	415,02
<b>Μ.Ο.</b>	348,268 mg/100gr ζάχαρης	362,15 mg/100gr ζάχαρης

Η Υπόγεια μεταχείριση παρουσίασε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Na από τη μεταχείριση ΕΚΤ 80%ΕΤ χωρίς όμως να σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Τέλος στο Σχήμα 4.16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας των ριζών σε α-άμινο N στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.



Σχήμα 4.16 Περιεκ/τα α-άμινο N στη ρίζα του τεύτλου στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/9/2004).

Πίνακας 4.13 Περιεκτικότητα α-άμινο N στη ρίζα του τεύτλου στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (166 ημέρες από τη σπορά).

ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ Υπόγεια	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤ80%ΕΤ
1	251,67	232,19
2	337,37	295,46
3	338,47	380,24
4	302,59	306,5
<b>Μ.Ο.</b>	307,525 mg/100gr ζάχαρης	303,597 mg/100gr ζάχαρης

Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα 4.16, με την Υπόγεια να πλεονεκτεί και πάλι. Σύμφωνα με τους Tsialtas et al., (2004), οι συγκεντρώσεις K, Na και α-άμινο N στις ρίζες των ζαχαρότευτλων για τις ελληνικές συνθήκες είναι περίπου ανάλογες με τις προαναφερθείσες.

## *Κεφάλαιο 5ο.*

### **5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η μελέτη της επίδρασης της υπόγειας και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων σε πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. Η υπόγεια στάγδην άρδευση (**Υπόγεια**) έδωσε βάρος ριζών ίδιο περίπου με αυτό της μεταχείρισης επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισιοδιαπνοής (**ΕΚΤ 80%ΕΤ**). Και οι δύο μεταχειρίσεις δέχθηκαν το 80% των συνολικών αναγκών με βάση την εξατμισιοδιαπνοή.
2. Ο μεγαλύτερος ζαχαρικός τίτλος παρατηρήθηκε στην υπόγεια μεταχείριση.
3. Διαπιστώθηκε αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ του βάρους ριζών και του ζαχαρικού τίτλου.
4. Η Υπόγεια μεταχείριση (**Υπόγεια**), η οποία παρουσίασε μικρότερες τιμές Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας από τη μεταχείριση επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισιοδιαπνοής (**ΕΚΤ 80%ΕΤ**), είχε μεγαλύτερο ζαχαρικό τίτλο ο οποίος είναι η παράμετρος που διαδραματίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην τελική παραγωγή. Δίνοντας μια εξήγηση θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μικρότερο φύλλωμα έχοντας μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης, καταναλώνει και λιγότερα προϊόντα φωτοσύνθεσης, γεγονός το οποίο φαίνεται να επιδρά θετικά στην επίτευξη μεγαλύτερου ζαχαρικού τίτλου.
5. Η αξία αγοράς των ζαχαρότευτλων βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη για την υπόγεια μεταχείριση, αν και στις δύο μεταχειρίσεις είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι υπήρξε εξοικονόμηση νερού κατά 20%.

6. Η περιεκτικότητα σε K και Na την εποχή της συγκομιδής ήταν μεγαλύτερη στη μεταχείριση επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισιοδιαπνοής (**EKT 80%ET**) ενώ το αντίθετο συμβαίνει με την περιεκτικότητα της ρίζας σε επιβλαβές άζωτο η οποία ήταν μεγαλύτερη στην Υπόγεια μεταχείριση (**Υπόγεια**).

## *Βιβλιογραφία*

- Al-Omran, M. A., Sheta. S. A., Falatah, M. A. and Al-Harbi, R. A. (2004). Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management*. Άρθρο υπό εκτύπωση.
- APS PRESS (The American Phytopathological Society). 1991. *Compendium of Beet Diseases and Insects*. Edited by: E. D. Whitney and J. E. Duffus. ISBN 0-89054-070-5.
- Asher, M. J. C. 1993. Rhizonania. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 311-346. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Bell, A. A., Liu, L., Reidy, B., Davis, M. R. and Subbarao, V. K. (1998). Mechanismus of Subsurface Drip Irrigation-Mediated Suppression of Lettuce Drop Caused by *Sclerotinia minor*. *Phytopathology*, 1998.
- Βύρλας, Π., Καλφούντζος, Δ. και Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (2003). Επίδραση τον εδαφικού τύπον στην έμφραξη η λόγω εισρόφησης σε υποεπιφανειακά συστήματα στάγδην άρδευσης. Πρακτικά 9<sup>ο</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (EYE), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 225-232.
- Γαλανοπούλου - Σενδουκά, Σ. Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα 2002.
- Camp, R. C. (1999). Subsurface drip irrigation Part II. *Irrigation Journal*. April, (01).
- Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης. 1960. *Γεωπονικό Ημερολόγιο*. Θεσσαλονίκη.
- Cooke, D. A 1993. Pests. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 429-483. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Draycott, P. A. (1993). Nutrition. In: *The Sugar Beet Crop*, pp. 239-278. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman & Hall, London, UK.
- Duffus, J. E., and E. G. Ruppel. 1993. Diseases. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 347-427. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.

- Dunham, J. R. (1993). Water use and irrigation. In: *The Sugar Beet Crop*, pp. 279 - 309. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds). Published by Chapman & Hall, London, UK.
- E.B.Z. (Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης). 1982. *Εχθροί και Ασθένειες Ζαχαρότευτλων*. Θεσσαλονίκη.
- EBZ AE (1997). Το πότισμα των ζαχαρότευτλων, σελ. 24.
- EBZ AE (2001α). Η λίπανση των ζαχαρότευτλων, σελ. 8.
- EBZ AE (2001 β). Ανοιξιάτικη προετοιμασία χωραφιού και σπορά τεύτλων. σελ. 8.
- EBZ AE (2001γ). Ζιζανιοκτονία ζαχαρότευτλων, σελ. 16.
- EBZ AE (2001δ). Έντομα ζαχαρότευτλων, σελ.20.
- EBZ AE (2001ε). Ριζομανία των τεύτλων, σελ. 4.
- EBZ AE (2001 στ). Συγκομιδή τεύτλων, σελ. 8.
- EBZ AE (2002α). Κερκόσπορα των ζαχαρότευτλων, σελ. 4.
- EBZ AE (2002β). Ωίδιο των ζαχαρότευτλων, σελ. 4.
- FAO, (1998). *Irrigation and Drainage*. Paper No 24.
- Jaggard, W. K., Dewar, M. A. and Pidgeon. D. J. (1998). The relative effects of drought stress and virus yellows on the yield of sugarbeet in the UK, 1980—95. *The Journal of Agricultural Science*. 130, pp 337-343.
- Hanson, B. and May, D. (2004). Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management*. 68 (1), pp 1-17.
- Henrikson, L, and I. Hakansson. 1993. Soil management and crop establishment. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 157-177. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Ιωαννίδης, Φ. 1997. Αντιμετώπιση των κυριότερων ασθενειών και εχθρών των ζαχαρότευτλων. *Ο Σύμβουλος*. Τεύχος 3, σσ. 15-18.
- Lamm, R. F., Rogers, H. D. and Spurgeon, E. W. (2003). Design and management Considerations for Subsurface Drip Irrigation Systems. First presented at the Central Place Irrigation Shortcourse and Equipment Exposition. Kearney, Nebraska, February 7-8, 1994. Sligth revisions were made in January 1997. Significant revisions were made in January 2000 and also in January 2003.
- Μήτσιος, Ι., Τούλιος, Μ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Σ. (2000) *Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης των αγροκτήματος του*

- Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή των Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
- Μιχελιάκης, Ν. (1998). Συστήματα α.υτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε., σελ. 319.
- Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.S., Meek, D.W. and Re, J.V. (1983), Management of Subsurface Trickle Irrigation Systems. ASAE paper No. 83-2598
- Παπακώστα - Τασοπούλου, Δ. Βιομηχανικά φυτά.. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη 2002.
- Πεσεξίδης, Σ. (1982). Φυσιολογία των Αγροτικών Φυτών: Η φυσιολογία του ζαχαρότευτλου. Θεσσαλονίκη, σελ. 498.
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrilas, P. and Karpetanos, B.(2002). Water saving using modern irrigation methods. Hydrorama 2002, pp 96-102.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος 2003.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2000). Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 157-164.
- Schwankl, L.J., Grattan, S.R. and Miyao, E.M. (1990), Drip irrigation burial depth and seed planting depth effects on tomato germination. In: *Proc. 3<sup>rd</sup> Nat. In. Symp.*, 682-687, ASAE. Phoenix, AZ.
- Scott, K. R. and Jaggard, W. K. (1993). Crop physiology and agronomy. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 179-237. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Published by Chapman & Hall, London, UK.
- Scott, K. R. and Jaggard, W, K. (2000). Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugar beet grown in the UK since 1970. *The Journal of Agricultural Science*. 134, pp 341-352.
- Solomon, H. K. and Jorgensen, G. (1993). Subsurface drip Irrigation. Research Report. Center for Irrigation Technology, CATI Publication #930405.
- Στρουθόπουλος, Θ. 1995. Λεξικό όρων τευτλοκαλλιέργειας. Θεσσαλονίκη.
- Σφήκας, Α. Γ. 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.



- Trooien, P. T., Alam, M. and Lamm, R. F. (1998). Filtration and Maintenance considerations for SDI systems. Kansas University. Also available in: <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/document.htm>
- Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.
- Φασούλας, Α. Π., και Ν. Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.
- Winner, C., (1993). History of the crop. In: The Sugar Beet Crop. pp. 1-35. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Published by Chapman & Hall, London, UK.
- Wolf, I., (1995). Sorte und Sortenwahl bei Zuckerruben und deren Wechselwirkung zu Umwelt und Qualitätsbezahlung. Dissertation, Universität Göttingen, Cuvillier, Göttingen.
- Zoldoske, F. D., Genito, S. and Jorgensen. S. G. (1995). Subsurface Drip Irrigation (SDI) on Turfgrass: A University Experience. CAT! Publication #950104.
- Zoldoske, D., Striegler, K. R., Berg. T. G., Jorgensen, G., Lake. B. C, Graves G.S. and Burnett, M. D. (1998). Evaluation of Trellis System and Subsurface Drip Irrigation for Wine Grape Production: A Progress Report. CATI Publication #980401.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074934